SULLA FACOLTÀ ASSORBENTE DELLE RADICI DE' VEGETABILI MEMORIA...

Augusto Trinchinetti

SULLA

FACOLTÀ ASSORBENTE

DELLE RADICI DE' VEGETABILI

Memoria premiata

DALL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO
DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

DEL DOTTORE

AUGUSTO TRINCHINETTI

GIÀ PREMIATO DALLA R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE E BELLE LETTERE
DI BRUXELLES

MILANO
TIPOGRAFIA DI GIUSEPPE BERNARDONI DI GIO.
1843

IMPERIALE REGIO ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

Il signor marchese Fermo Secco-Comneno, defunto in Napoli il 3 di ottobre del 1841, fra le varie sue benefiche disposizioni prescrisse pure che fosse istituito un premio quinquennale da proporsi e aggiudicarsi dall' I. R. Istituto a chi avesse esattamente sciolto un quesito scientifico di utilità nazionale.

Autorizzato il Corpo Accademico dall' I. R. Governo ad accettare l'onorevole incarico, lo adempì volonteroso e propose ai dotti di

Determinare fra le opinioni attualmente vigenti se le radici dei vegetabili assorbano indistintamente qualunque sostanza disciolta nell' acqua, e avuto solamente riguardo al diverso grado di fluidità, oppure se le radici scelgano fra le molte sostanze sì fluide che solide quelle che riescono loro di alimento più confacente, e rifiutino fino a un certo punto e dentro il limite del loro potere organico vitale le altre che sarebbero loro di nocumento.

La soluzione del quesito, in qualunque delle due opinioni riesca, deve sostanzialmente mirare a risolvere praticamente la questione ancora irresoluta delle relazioni agrarie, massime in riguardo alla Lombardia.

Tre Memorie vennero prodotte al concorso. La prima molto povera, e manchevole delle prescritte accademiche formalità, ed avendo l'autore manifestato il suo nome non potè essere nè considerata, nè ammessa.

La seconda col motto: *Hommage a l'étude de la nature, honneur à la botanique* è circoscritta ad un solo foglio, non contiene dottrine di qualche importanza, e per nulla corrisponde alle esigenze del programma.

La terza coll'epigrafe: *Ho interrogato la natura, e ne ho commentate le risposte*, si meritò dalla Commissione incaricata dell'esame d'esser presa in speciale riguardo. L'erudizione scientifica così è riferita, le molte esperienze che appariscono eseguite con scrupolosa esattezza e vi sono con precisione descritte, le giudiziose conseguenze che ne sono dedotte, attribuiscono l'autore fornito di molto ingegno e non comune sapere.

Quantunque però taluna delle ricerche chimiche lascino per avventura desiderare più rigorose indagini a comprovare più fondatamente l'assunto dell'autore, e la Commissione non abbia avuto il tempo richiesto per verificare alcune delle principali esperienze allegate, nè sia del tutto adempita la condizione di praticamente risolvere la questione della rotazione agraria, avendo l'autore piuttosto raccolto le osservazioni e i fatti agronomici di sperimentati coltivatori e quegli sparsi nei libri di agronomia che operato egli stesso;

pure, considerando che se non la pratica agricoltura, almeno la fisiologica scienza nel suo stato attuale si arricchisce di osservazioni importanti per risolvere il problema del succhiamento delle radici, la Commissione deputata ad esaminare e giudicare le Memorie presentate al concorso opinò che questa recante l'epigrafe *Ho interrogato la natura e se ho comprese le risposte* abbia raggiunto quel punto da meritarsi il guiderdone promesso.

L'I. R. Istituto nell'Adunanza ordinaria del 20 aprile p. p., dopo matura ponderazione, avendo trovato di adottare l'avviso della sua speciale Commissione, procedette all'aprimento della scheda coll'accennata epigrafe, e rinvenne autore dell'accennata Memoria il signor dottore *Augusto Trinchinetti* di Monza.

Milano 1.° *Giugno* 1843.

Il Segretario
G. Labus.

ESPERIMENTI ED OSSERVAZIONI

IN RISPOSTA AL QUESITO PUBBLICATO DALL' I. R. ISTITUTO
DI SCIENZE LETTERE ED ARTI DI LOMBARDIA

IL 30 MAGGIO 1845

« *Determinare fra le opinioni attualmente vigenti, se le radici dei vegetabili assorbano indistintamente qualunque sostanza disciolta nell' acqua, e ciò solamente riguardo al diverso grado di fluidità; oppure se le radici scelgano fra molte sostanze in fluido che solute quelle che riescono loro di alimento più confacente, e rifiutino, fino ad un certo punto e dentro il limite del loro potere organico-vitale, le altre che sarebbero loro di nocumento.*

La soluzione del quesito, in qualunque delle due opinioni riesca, deve essenzialmente mirare a risolvere praticamente la questione ancora irresoluta delle rotazioni agrarie, massime in riguardo alla Lombardia. »

Ho interrogato la natura e ne ho commentate le risposte.

Prima del secolo decimottavo era opinione generale che le piante traessero dal terreno ogni loro nutrimento, e che ciascuna specie di esse vi succhiasse un alimento particolare. Si credette poscia che i vegetabili non assorbissero dalla terra se non acqua pura, e che tutte le altre sostanze che si riscontrano nelle piante, in parte provenissero dall'atmosfera, in parte fossero prodotte dal processo vitale della vegetazione. Boyle, Vanhelmont, Tull, Tillet, Bonnet, Duhamel, Schräder, Braconnot, coi loro esperimenti e colla loro autorità sostennero per lungo tempo quest'opinione. Ma Bergman, Kirwan, Hassenfratz, Saussure e Lassaigne, con giuste osservazioni ed esperienze decisive l'hanno combattute e distrutta. Attualmente due si possono ritenere le opinioni dominanti: l'una che le radici assorbano indistintamente qualunque sostanza disciolta nell'acqua, ed in tanto maggior copia quanto più fluida ne è la soluzione; l'altra, che esse abbiano la facoltà di scegliere, fra molte sostanze che si trovano nel terreno, quelle che più convengono alla loro nutrizione, rifiutando le altre che loro potrebbero nuocere.

La prima, proposta da Saussure(1), fu seguita da Mirbel(2), da De Candolle(3), e dietro questi, dalla maggior parte dei fisiologi e chimici moderni, tra i quali anche Liebig(4). La seconda è sostenuta da Aslier(5), da Towers(6), da Daubeny (7), da Walser(8), da Pollini(9) da Morelli(10).

Varj esperimenti furono istituiti ed addotti a sostegno tanto dell'una, quanto dell'altra opinione. Io ne darò un breve cenno, indicandone gli autori, le sostanze impiegatevi, i risultamenti ottenuti ed aggiungendo alcune mie considerazioni circa il loro valore.

Saussure (11) ha messo alla prova le seguenti sostanze: cloruro potassico, cloruro sodico, nitrato calcico, solfato sodico, cloruro ammonico, acetato calcico, solfato ramei-co, zucchero, gomma, estratto di terriccio. Immerse esso

(1) De Saussure. Rech. chim. sur la végét. Paris, 1804.
(2) Mirbel. Élém. de physiol. et de botan.
(3) De Candolle. Phys. végét.
(4) Liebig. Chimie organ. appliquée à la phys. vég. et à l'agric. Paris 1841. — Riconosco Liebig in questa categoria perchè trovasi quest'opera di lui, che le radici se comportent avec les substances solubles déposées dans la terre comme une éponge qui s'imbibe de tous les liquides qu'elle rencontre. Ad onta però di tali chiare espressioni egli nega con Hartig l'assorbimento delle soluzioni diluite di terriccio, e così cade in contraddizione.
(5) Bull. des sc. agr. de Ferrussac, v. 3 e v. 9.
(6) Transact. of the horticult. Society of London T. 5.
(7) Edinb. New philos. Journ. 1833.
(8) Ann. des sciences nat. Série II. T. 10. 1840.
(9) Saggio d'osservazioni ed esperimenti sulla vegetazione degli alberi. Verona 1815.
(10) Biblioteca agraria. T. 3. Milano, 1837.
(11) Saussure. Op. cit.

scuna di queste sostanze ad egual dose ed in eguale quantità d'acqua distillata, ha immerso nelle singole soluzioni delle piante di *polygonum persicaria* e di *bidens cannabina* e, dopo che, per l'assorbimento operatovi dalle radici ciascuno dei liquidi fu ridotto alla metà, egli trovò coll'analisi 1.° che la dose delle sostanze disciolte era notabilmente diminuita 2.° che le piante non avevano assorbito le soluzioni quali si trovavano, ma vi avevano preso una quantità d'acqua proporzionalmente molto maggiore di quella delle materie che vi si contenevano 3.° che alcune di queste erano state assorbite in molto maggior copia di altre. Egli ha poi anche presentato alle radici delle soluzioni, in ciascuna delle quali si trovavano varie sostanze, ed ha in seguito riconosciuto che queste ultime vennero dalla medesima pianta in quantità molto differente assorbite. Per dar ragione di questi fatti, considerò la struttura delle radici simile a quella di un fino staccio, e tale la natura delle diverse materie disciolte, da rendere le soluzioni più o meno fluide, e stabilì così che le sostanze che danno soluzione più fluida sono quelle che entrano per le radici in maggior quantità.

Pollini(1) ha ripetuto gli esperimenti di Saussure ed ha trovato che le diverse sostanze vengono assorbite in quantità differente, senza riguardo sensibile alla maggiore o minore fluidità delle loro soluzioni.

Molti hanno esperimentato colle materie coloranti (cocciniglia, legno del Brasile, legno di Campeggio, sugo di

(1) Pollini. Op. cit.

fitolacca, ec.) Bichoff(1) è forse il primo che abbia asserito che queste materie sono succhiate dalle radici sane. Link(2) però, avendo con esse adacquato delle piante vegetanti nella terra, non ha mai osservato che queste le avessero assorbite, e sostiene perciò che, se non evvi soluzione di continuità nelle radici, quelle non vi possono essere introdotte. — De Candolle ammette l'assorbimento di tali sostanze anche per le radici illese, poichè dice d'averlo osservato nelle piante, nate e cresciute nell'acqua colorata, e le cui radici e spugnole si vedevano sane(3). — Towers(4), dietro proprii esperimenti, lo nega. — Liebig (5) ritiene che avvenga, dietro i asserti di Biot. — Saussure(6) è di questa stessa opinione appoggiato a proprie esperienze.

Link (7) adoperò il cianuro ferroso potassico, tenendo per certo tempo immersi, in una soluzione che lo conteneva in alta dose, dei vasi d'argilla non verniciati, nei quali vegetavano, in terra ordinaria, delle piante ivi seminate. Immerse successivamente questi vasi in una soluzione di solfato

(1) Bichoff. De vera vasorum spiralium plantarum structura. Bonn, 1823. — Molto prima di Bichoff Magnol, Sarrabat, Bohamel, Hill, Bonnet, Hedwig, Reichel ed altri avevano fatto penetrare nelle piante le materie coloranti, ma le avevano fatte assorbire da rami tagliati od alle radici non intere.

(2) Link, Sur les trachées des plantes. Ann. des sc. natur. T. 23, 1831.

(3) De Candolle. Phys. végét.

(4) Ann. des sc. nat. T. 6, p. 336, 1856.

(5) Liebig. Op. cit.

(6) Saussure. Sur la nutrition des végétaux. Mém. lu au Congrès scientif. de France 15 sept. 1841.

(7) Loc. cit.

di ferro, trovò l'interno tessuto di tali piante colorato in azzurro, ed ha così riconosciuto che il cianuro era stato assorbito

Towers(1) sperimentò col cloruro ferrico, adacquando per varj giorni con una soluzione di questo sale, la terra contenuta in alcuni vasi, dove vivevano diverse piante di balsamina Alcune di queste si mantennero in bella vegetazione, altre soffrirono notabilmente Tagliate le prime e toccatane la parte recisa col cianuro ferroso sodico, non vi si vide alcun coloramento, le altre... rodo stesso reattivo, gli mostrarono di contenere il sale di ferro Conchiuse quindi che le piante sane non avessero assorbita la sostanza offerta alle loro radici, perchè queste, per la propria forza organico-vitale, hanno potuto rifiutarla, e che essa si fosse introdotta per le radici delle altre, essendovi probabilmente qualche lesione di continuità

Hartig(2) e Saussure(3) hanno posto alla prova le soluzioni alcaline di terriccio (nitrato di potassa, di soda, d'ammoniaca), ma mentre gli esperimenti del primo conducono a credere che esse non vengano menomamente assorbite, quelli del secondo dimostrano il contrario.

Non voglio qui far parola delle numerose esperienze di Marcet (4), Macaire (5), Jaeger (6), Achard (7), Seguin (8),

(1) Ann des sc. nat. T 8
(2) V Liebig, op. cit.
(3) Bibliothèque universelle de Genève. Décembre 1844
(4) Mém de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève Vol III, p. 40.
(5) Ivi Vol III pag 71
(6) Diss. de allectibus annuici Tubingae 1800.
(7) Mem. de l'Acad. de Berlin 1786, pag. 90
(8) Ann de Chimie, 89, pag 58

Zeller (1), Turner e Christison (2), Vogel (3), Wiegmann (4), Carradori (5), ec., circa l'azione delle sostanze velenose sui vegetabili, perchè furono intraprese piuttosto allo scopo di conoscere gli effetti di tali materie sulla vitalità delle piante, che non di osservarvene l'assorbimento, furono fatte immergendo nelle soluzioni i rami tagliati, più spesso che le radici, le quali, seppure talvolta vi furono infiltrate, non vi è alcun dato per credere che fossero intatte. Le sostanze adoperatevi finalmente, lo furono in dose troppo grande perchè non si potea temere che non abbiano agito chimicamente, alterando il tessuto delle radici, e facendosi così strada per esse per sola forza attrattiva.

Tutti gli esperimenti fin qui citati, oltre l'essere contraddittorj nei loro risultati, sono poco valutabili per se stessi, perchè non furono istituiti colle necessarie cautele, la prima delle quali avrebbe dovuto esser quella di assicurarsi che le radici fossero assolutamente sane. Le radici estratte dalla terra ed immerse nelle soluzioni non si possono tanto facilmente credere intatte, poichè l'atto stesso della loro estrazione non può a meno di rompere qualcuna delle loro fibre più gracili, o di disorganizzare almeno qualcuna delle loro spugnole; ed è noto che allorquando le radici non hanno la punta sana, assorbono indistintamente

(1) Recherches sur l'influence de certaines matières sur la vie des plantes. Tubingue 1823.

(2) Edinb. Journ. of scienc. 8, pag. 140

(3) Journ. de pharm. 1850 pag. 403

(4) Ann. des sc. nat. 17, pag. 374

(5) Giornale Pisano, 1803

qualunque sostanza disciolta nell'acqua. Così si potrebbe per avventura da taluno spiegare perchè esse assorbano maggior quantità d'acqua, che delle materie disciolte[i] ammettendo che per le radici rotte penetri la soluzione qual è, e che per le intatte non entri che acqua pura. Egli è vero che Saussure, prima d'immergere le piante nelle soluzioni destinate all'esperimento, le teneva nell'acqua finchè le loro radici cominciavano ad allungarsi. Ma le radici troncate restano quali sono, e perciò doveva sempre restare nel capillizio qualche radice con soluzione di continuità, se non recente, almeno antica.

Gli esperimenti fatti, adacquando colle soluzioni di varie sostanze la terra contenente piante ivi nate e cresciute, non furono abbastanza accurati, poichè, essendosi verificato l'assorbimento, non si è poi avuta l'avvertenza di esaminar dopo le radici per determinare se fossero assolutamente sane, non essendo l'assorbimento avvenuto, si è tralasciato d'indagare se la sostanza adoperata si trovasse ancora nel medesimo stato nella terra, oppure, se da questa da qualche materia accidentalmente contenutavi fosse stata decomposta.

I risultati delle sperienze di Saussure sono al certo i più attendibili, ma io non potrò mai convenire con lui che se le radici assorbono alcune sostanze in maggior quantità di altre, ciò unicamente dipenda dal diverso grado di fluidità delle loro soluzioni: 1.° perchè questa fluidità diversa, evidente riguardo alle soluzioni di gomma e di zucchero, non si può dir tale rapporto alle varie soluzioni saline confrontate fra loro, 2.°, perchè se le radici non fossero da

riguardarsi che come un finissimo staccio inorganico qualunque feltro molto stipato dovrebbe produrre la medesima separazione delle sostanze, la cui soluzione è più o meno fluida. Ma se attraverso di un feltro fatto con carta più volte raddoppiata si fa passare un liquido qualunque che contenga varie sostanze disciolte e, passatane la metà, la si confronta coll'altra non ancora feltrata, si trovano in ambedue le medesime sostanze e nella medesima quantità.

Riconosciuto il poco valore delle esperienze addotte a sostegno sia dell'una, sia dell'altra delle due accennate opinioni, per determinare quale di queste fosse più conforme al vero, ho creduto necessario d'interrogare nuovamente la natura, con mente non preoccupata e con tutte quelle cautele che potessero renderne meno equivoche le risposte.

Avvertenze e metodo tenuto nell'esperimentare

La prima avvertenza che io ho sempre avuto in tali mie esperienze fu quella di procurare e di assicurarmi che le radici delle piante che vi destinava fossero intatte. Io sceglieva a tal uopo, per lo più, piante piccole e giovani, perchè queste, non avendo molte radici, mi riesciva meno difficile l'accertarmi che le avessero tutte sane. Estraeva dal suolo, insieme alle piante, una zolla di terra che tutte potesse presuntivamente contenerne le radici, e se di essa facendo cadere dell'acqua, le metteva a nudo, le esaminava quindi accuratamente, servendomi anche spesso della lente, e rigettava quelle piante nelle quali io le trovava offese

Allo stesso intento ho fatto anche germinare nell' acqua alcuni semi, o posi ad esperimento le pianticine, dopo che ebbero raggiunto un certo sviluppo.

Riflettendo però che le radici immerse nelle soluzioni acquose non si trovano circondate dal mezzo loro naturale, e che perciò potrebbero essere in istato di sofferimento vitale, quantunque letale, ho creduto che i risultati delle esperienze istituite colla loro immersione nei varj liquidi non potessero riguardarsi veramente decisivi, se eguali non si ottenessero operando sulle radici vegetanti nel terreno ed ivi nate. Ho quindi fatto anche non pochi esperimenti su piante seminate in appositi vasi, pieni di terra comune, ma qui vi era un ostacolo. Parecchie delle sostanze disciolte nell' acqua, colla quale io adacquava queste piante, venivano dalla terra decomposte. Risultandone prodotti solubili facili ad essere determinati e poco numerosi, io supponeva di avere così fatta la prova, e di essi faceva la ricerca nelle piante; ma la cosa era sempre più difficile, più complicata e quindi più facilmente ingannevole. Il perchè ho pensato di seminare varie piante nella sabbia granitica pura. Esse vi nacquero e crebbero abbastanza per potervi fare le dovute prove.

Tanto poi trattandosi delle piante cresciute nella terra, quanto di quelle venute nella sabbia di granito, ho creduto necessario assicurarmi che le loro radici non fossero in alcun modo offese, e perciò l' esaminarle accuratamente costituiva sempre, in questi casi, l ultima parte dell' esperimento.

Tali esperimenti in altre non dovevano consistere se non

nel presentare delle sostanze disciolte nell'acqua alle radici di varie piante, e determinare in seguito se queste le avessero o no assorbite, e quali cangiamenti vi si fossero operati.

Io immergeva le piante per la sola loro radice, di modo che il livello del liquido non ne oltrepassasse il colletto.

Quando io adoperava materie acri o corrosive, ne impiegava soluzioni molto allungate, perchè non avessero a produrre lesioni nel tessuto delle radici.

I mezzi atti a riconoscere l'avvenuto assorbimento delle varie sostanze potevano essere 1°, il confronto della quantità della sostanza contenuta nel liquido prima e dopo l'immersione delle piante, 2°, i varj cangiamenti fisici avvenuti nella pianta stessa (colore, odore, sapore, consistenza ec.) 3°, le indagini chimiche istituite sulla pianta fresca o sulle di lei ceneri 4°, l'esame microscopico dei sughi cristallizzati. Del primo di questi mezzi mi sono servito poche volte, essendo questa una prova negativa, e perchè poteva darsi che il tessuto della radice si fosse imbevuto meccanicamente della sostanza messavi a contatto senza che questa fosse stata fisiologicamente assorbita e trasportata nella circolazione. Mi sono valso del secondo mezzo ogni volta che me ne presentò l'occasione. Ma le chimiche ricerche nel sugo o nel tessuto della pianta furono il mezzo principale a cui mi sono affidato. Non ho però mai avuto ricorso all'incenerimento, sapendo che i sali che per esso si ottengono sono lungi dal rappresentare quelli che esistevano nell'individuo analizzato(1). Mi

(1) I sali a base terrosa e ad acido vegetabile si trasformano in carbonati o in ossidi, i sali ammoniacali dispajono, hanno luogo

sono giovato dell'esame microscopico quando si trattò di ricercare nel sugo delle piante dei sali, la cui forma cristallina caratteristica li potesse dare facilmente a conoscere. A tale oggetto io metteva sopra una lamina di vetro una goccuola della soluzione adoperata nell'esperimento, vicino ad essa una o più goccuole del sugo della pianta, ed un'altra goccuola tratta da un altro individuo della stessa specie che non era stato soggetto all'esperienza. Asciugatesi tutte per spontanea evaporazione, ne faceva l'esame di confronto. All'osservazione microscopica ho talvolta aggiunto anche l'indagine chimica, facendo agire i reattivi sulla stessa lamina di vetro che serviva di porta-oggetto al microscopio.

ESPERIMENTI

I

Cianuro ferroso potassico

1 Ho disciolto quattro grani di questo cianuro in sei oncie di acqua, e vi ho immerso un *lamium purpureum*, una *nepeta cataria*, un *solanum nigrum* ed una *sinapis nigra*. Dopo ventiquattro ore, tagliati di traverso i fusti di queste piante vicino alla loro sommità, ho posto le due

doppie decomposizioni, e la quantità dei sali e delle basi fisse è sensibilmente diminuita, perchè una porzione ne viene portata via dal fumo e dalla forza meccanica del vapore dell'acqua e da quella degli altri gas che si svolgono durante la combustione (V. Raspail Trattato di Chim. org., pag. 650).

parti rosse di ciascuno in una soluzione di solfato ferrico, e, dopo pochi minuti, trovai che il lamio e la nepeta offrivano quattro punti colorati in azzurro, corrispondenti alla sezione orizzontale di quattro fascetti vascolari situati nei quattro angoli del fusto. La sinapis e il solanum presentarono un cerchio turchino, corrispondente allo strato fibroso più interno del loro caule.

2. In una soluzione alquanto più carica della stessa sostanza, ho posto in seguito una *mercurialis annua*, una *cannabis sativa*, ed un *polygonum persicaria*. Dopo sedici ore ho estratto dalle parti più alte di ciascuna di queste alcune goccie di sugo, e queste tutte nell'aggiunta del solfato di ferro acquistarono il colore caratteristico del cianuro ferroso ferrico.

3. Ho adacquato tre volte nello spazio di due giorni un piccolo vaso, contenente, in terra ordinaria, una sunta a dei convolvoli in piena vegetazione, con sei oncie d'acqua in cui erano disciolti otto grani di cianuro ferroso potassico. Esplorati in seguito tutto il sugo quanto il tessuto delle nominate piante col solito mezzo non ho potuto scoprirvi alcuna traccia di quel sale. Dubitando che questo fosse stato decomposto dalla terra, la ho lavata, e l'acqua ottenutane, di fatto, con me diede cogli opportuni reattivi alcun indizio della di lui presenza.

4. Più tardi ho seminato nella sabbia granitica dei fagiuoli, delle fave e delle zucche. Cresciute queste piante all'altezza di un piede circa, le ho adacquate con una soluzione di sei grani del sale in discorso in tre oncie d'acqua. Scorsi due giorni, mi sono assicurato coi reagenti che

il cianuro non aveva subito nella sabbia alterazione alcuna, e quindi ho esaminato le piante. Il loro sugo non mi fornì segni certi dell'esistenza del prussiato, ma i loro fusti, tagliati ed immersi nella soluzione di solfato di ferro, ed si presentarono colorati in bleu nella loro zona fibrosa più interna. Esplorai in seguito le radici con ogni accuratezza, le conobbi perfettamente sane.

II

Nitrato potassico

5. In una soluzione di mezza dramma di questo sale in sei once d'acqua, ho tenute immerse per due giorni una *brassica rapa*, un *convolvulus violaceus*, un *sonchus hortensis*, una *mirabilis jalapa* ed una lente germinata e cresciuta nell'acqua. Tutte queste piante hanno assorbito il nitro; poichè, evaporata a secchezza la soluzione residua, ve lo trovai notevolmente diminuito. Il loro sugo asciugato lentamente sopra una lamina di vetro, ed osservato successivamente col microscopio, mi offerse molti cristalli aghiformi, i quali, raschiati con un coltellino e raccolti in polvere, manifestavano, toccati colla lingua, un sapore fresco, piccante; gettati sui carboni ardenti, deflagravano; misti con una piccola dose di polvere di oro falso (lega che consta specialmente di rame) ed aggiuntavi una gocciola d'acido solforico, sulla lamina che serviva di porta-oggetto, nell'atto stesso dell'osservazione microscopica, faceva

effervescenza ed il residuo rimase colorato in verde. Le piante stesse, abbruciandole, deflagravano.

6. Ho ripetuto l'esperimento, adacquando con soluzione nitrica delle zucche, delle zinnie, dei convolvoli, dei sonboi, dei fagiuoli, nati e cresciuti in vasi pieni di terra comune, ed in tutte queste piante rinvenni notevole quantità del nitro presentato alle loro radici, a questo con successivo esame mi accertai che erano fiatate.

7. Non lascerò però di notare che le zinnie, il sonchus e le zucche, tanto per la cristallizzazione più abbondante nel loro sugo, quanto per la deflagrazione più viva, mi fecero conoscere che si erano appropriate una quantità di nitro molto maggiore che le altre piante.

III.

Cloruro sodico

8. In una soluzione molto allungata di questo cloruro ho immerso una *portulaca oleracea*, un *convolvulus tricolor*, una *parietaria diffusa*, una *zinnia rosea* ed un *solanum lycopersicum*. Ventiquattro ore dopo, ho spremuto alcune gocce di sugo da ciascuna pianta, le quali, poiché furono asciugate, mi offrirono la cristallizzazione microscopica in piccoli cubi. Un'altra porzione dei loro sughi l'ho trattata col nitrato d'argento e questo vi produsse un precipitato bianco, fioccoso, che fu poi disciolto dall'ammoniaca: in alcuni sughi in totalità, in altri solo in parte.

9. Tanto la cristallizzazione poi, quanto il reattivo impiegato, mi fecero scorgere che il *solanum lycopersicum* aveva assorbito maggior quantità di sal comune che le altre piante.

10. Ho adacquato per tre giorni di seguito, con una più carica soluzione dello stesso sale, la terra di un vaso nella quale cresceva rigogliosa una zucca. Il sugo di questa pianta, esplorato in seguito coi mezzi indicati, mi lasciò scorgere la presenza del sal marino.

11. Se non che poteva essere il cloruro potassico, che si sa trovarsi frequentemente nei vegetabili, quello che io aveva veduto cristallizzato in cubi, e quello anche che determinava il precipitato bianco, col nitrato di argento. Ho perciò voluto esaminare il sugo di altri individui della medesima specie, alle cui radici io non aveva presentata sostanza alcuna; ma la cristallizzazione non mi diede alcun indizio del sale supposto, e il nitrato d'argento, nel sugo d'alcuni, non produsse alterazione di sorta; in quello di altri precipitò poca materia bianca, ma affatto insolubile nell'ammoniaca. Questa materia era probabilmente albumina coagulata dal sale argentico.

IV

Solfato ramico

12. Quattro grani di solfato di rame in due once d'acqua distillata. — Ho posto in questa soluzione una *mercurialis annua*, una *canna rosea*, un *hyoscamus niger* ed una lente

sviluppata nell'acqua. Dopo sedici ore queste piante erano appassite ed alcune avevano anche le foglie macchiettate in bruno. Il sugo di tutte trattato coll'ammoniaca diede leggier precipitato azzurro, col cianuro ferroso potassico lo diede rosso carico abbondante, col cloruro baritico, bianco amarognolo. Era dunque penetrata in queste piante una buona quantità di solfato di rame. Ma l'aver esse notabilmente sofferto nelle foglie, mi fece temere che anche le loro radici, quantunque apparentemente nessuna lesione manifestassero, fossero state offese per l'azione chimica del sale, e che perciò questo piuttosto per attrazion capillare, che per vitale assorbimento vi si fosse introdotto.

48. Ho quindi ripetuto l'esperimento, adacquando con una soluzione di due grani dello stesso sale in tre once di acqua quattro pianticelle di leguminose nate e cresciute nella sabbia di granito. Dopo tre giorni queste non davano segno di sofferimento. Tagliatine allora i fusti verso la metà della loro lunghezza, ho immerso le parte restanti in una carica soluzione di cianuro ferroso potassico, e, dopo poco tempo osservai colorati in rosso cupo quattro punti equidistanti, nella parte centrale di essi fusti che non erano altro che la sezione di quattro fascetti vascolari. Questa regolare colorazione mi fece credere avvenuto un vero assorbimento del solfato di rame, poichè se questo fosse entrato nella pianta per sola ragione meccanica, ogni parte di essa ne sarebbe stata pregna. L'esame successivo poi delle radici, che trovai illese, mi confermo vieppiù in questa opinione.

V.

Acetato piombico

14 Ho tenuto per dieciotto ore una *parietaria diffusa*, un *convolvulus violaceus*, una *rianus rosea*, un *polygonum persicaria* ed una *portulaca oleracea* in una soluzione di cinque grani di acetato piombico in tre once d'acqua di stillata Tagliate quindi di traverso queste piante, e toccatane la parte recisa col solfidrato ammoniacale, il loro strato fibroso più interno si colorò in bruno, ed il convolvolo mi presentò anche quattro punti colorati equidistanti, nell'egual situazione dei già osservati con altri sperimenti

15 Disciolti poscia quattro grani dello stesso acetato in tre once d'acqua, ho bagnato, in tre riprese con questa soluzione, della sabbia granitica contenuta in un piccol vaso, ove vegetavano dei fagiuoli. Dopo due giorni questi non avevano menomamente sofferto. Estrattone allora uno dalla sabbia, ho spremuto il sugo di tutto il di lui caule, ed esploratolo collo joduro potassico, coll'acido solforico colla potassa, col idrosolfato d ammoniaca, non mi diede alcun indizio di piombo Levati dal vase anche gli altri, ne ho recisi i fusti due pollici sopra la radice, e toccatili nel solfoidrato ammoniacale vi comparvero quattro punti nerastri simili ai già veduti nel convolvolo. Il sugo ottenuto anche da questi fagiuoli però, con nessuno degli accennati reattivi, lasciò scorgere la presenza del piombo. Pare quindi che l acetato piombico, che indubitatamente

4

era stato assorbito, si sia immediatamente coll'esame dei vasi che ho percorso.

VI

Cloruro baritico.

16. Tre grani di cloruro di bario in tre oncie di acqua distillata. — Una mercorella, una sonna, una portulaca ed un giusquiamo stettero in questa soluzione per ventiquattro ore. Il sugo di tutte coll'acido solforico diede abbondante precipitato bianco. Una gocciola di questo sugo ed una gocciola della soluzione, in cui erano state le piante, diedero una cristallizzazione microscopica pressochè eguale.

17. Un piccol vaso, contenente sabbia granitica pura con tre fagiuoli in bella vegetazione, che prima non erano stati appositamente adacquati se non con acqua di pioggia, fu adacquato con una soluzione di quattro grani del sale di cui parliamo in due oncie d'acqua distillata. Trentasei ore dopo, tagliati i fagiuoli sopra la sabbia, ne ho spremuto il sugo e, poichè era denso e torbido, allungatolo con acqua distillata, colla bollitura e colla filtrazione l'ho liberato dalla clorofilla e reso limpido, ed allora l'acido solforico vi produsse un precipitato bianco bastevole nel nostro caso ad indicarvi il solfato di barite.

VII

Joduro potassico.

48. Un *polygonum persicaria*, un *convolvulus tricolor*, ed una *nepeta cataria* in una soluzione di tre grani di joduro di potassio in due oncie d'acqua. — Dopo sedici ore il sugo ottenuto da ciascuna delle piante immerse, trattato col cloruro mercurico, diede un abbondante precipitato giallo-verde (joduro mercurioso), uno una soluzione d'amido e coll'aggiunta di poco acido solforico si colorò in bleu (joduro d'amido).

49. Quattro grani di joduro potassico in due oncie di acqua vennero presentati alle radici di quattro fagiuoli, nati da pochi giorni, adacquando la sabbia granitica in cui vegetavano coll'accennata soluzione. Scorsi tre giorni ho tagliato un fagiuolo poco sopra la sabbia e, pestolo insieme a dell'amido, coll'aggiunta dell'acido solforico, non mi diede alcun indizio di jodio. Accidentato un altro fagiuolo, lo feci bollire con una soluzione d'amido e quindi ho acidulato il miscuglio con acido idroclorico, ma ancora non ebbi alcun risultato soddisfacente. Ho messo posta alla prova il sugo d'un altro fagiuolo col deutocloruro di mercurio, ma questo non vi produsse alcun cangiamento. Il joduro impiegato nell'esperienza non era stato decomposto nella sabbia, perchè, esplorata una porzione di questa col solito mezzo dell'amido e dell'acido solforico, si colorò intensamente in bleu. Mi nacque quindi il pensiero che esso

potesse essere stato scomposto dalle piante stesse, perciò ho voluto anatomizzare l'ultimo fagiuolo che mi rimaneva, per vedere se vi si scorgesse qualche piccola modificazione, della quale si potesse assegnare il jodaro, ed infatti levata la corteccia del di lui caule trovai nello strato fibroso sottoposto, nelle di lui parte superiore, in vicinanza ai cotiledoni, alcune venuzze longitudinali di color violetto, che non trovai in altri fagiuoli della stessa varietà, di eguale altezza ed egualmente cresciuti nella sabbia di granito, ma non adacquati che con acqua pura. L'averle poi riscontrate vicine ai cotiledoni, mi fece nascere il sospetto che fossero state prodotte dalla azione dell'amido abradaceo da me somministrato alla pianta, sullo jodaro di potassio da questa assorbito. Questo mio sospetto poi acquistò maggiore probabilità per la seguente esperienza. Ho preso un cotiledone verde di un fagiuolo già alto un piede e pestatolo in un mortajo insieme a piccolissima quantità del sale di jodio più volte nominato, e ad una goccia d'acido solforico, ebbi nel miscuglio un intenso coloramento bleu.

VIII

Acido arsenioso.

20. Un mezzo grano di questa sostanza in tre once di acqua. — Ho messo in questa soluzione un giusquiamo, una portulaca ed una zucca. Il giorno dopo queste piante erano appassite, anzi la zucca e la portulaca erano cadenti sull'orlo del bicchiere che ne conteneva le radici. Il sugo di

tutto, col solfato di rame ammoniacale, dette il precipitato del color verde-prato proprio dell'arsenito di rame. Le radici però erano rammollite e disorganizzate.

21 Ho ripetuto l'esperimento immergendo un'altra zucca in una soluzione che conteneva solamente $^1/_{20}$ di grano d'acido arsenioso. La pianta, il giorno successivo, non offriva alcuna alterazione nelle radici, nè alcun segno di patimento nelle parti verdi, tranne un leggiero appassimento della foglia più bassa. Recisone il fusto, un pollice al di sopra del punto d'immersione, ho spremuto il sugo di tutta la pianta, il quale colla bollitura o colla feltrazione chiarificato, si colorò in verde-prato col solfato rameico ammonico.

22 Con due once d'acqua che contenevano $^1/_{12}$ di grano di deutossido d'arsenico ho adacquato la terra di un picciol vaso, nella quale era in piena vegetazione un'altra zucca. Avendo scorto che questa pianta, due giorni dopo non soffriva, l'ho cavata dal vaso e, trovatene sane anche le radici, ho trattato il sugo di tutto il di lei fusto nella maniera sopra indicata, ed ottenni lo stesso risultato.

IX

Cloruro mercurico.

23 Ho più volte sperimentato con questa sostanza, disciolta nell'acqua, in diverse quantità, ed ebbi sempre eguali risultamenti. Le piante impiegate furono zucche, fagiuoli, zucche, scarvicelli, fave, frumento, orzo, lenti

scorso maggiore o minor tempo dopo la loro immersione, a norma della minore o maggiore quantità del cloruro nella soluzione, osservai che i fusti fino a certa altezza erano avvizziti e cangiati di colore, e quelli delle piante più tenere cadenti sull'orlo del vaso. Esplorato il sugo di ciascuna pianta, al di sopra della parte di fusto avvizzita, non mi diede alcun indizio della presenza del cloruro mercurico, poichè, fattolo evaporare fino quasi a secchezza in un cucchiaio d'argento, non vi lasciò la macchia caratteristica del cloruro argentico, trattato colla potassa, coll'ammoniaca, collo joduro potassico non mostrò precipitato di sorta. Ho anche raccolto molto sugo da una zucca provveduta di molte foglie, impiegata in uno degli esperimenti, l'ho filtrato e concentrato, ma nessun reattivo vi scoprì traccia di mercurio. Questo invece l'ho rinvenuto facilmente nella parte di fusto avvizzita di tutte le piante messe alla prova. Parmi però che il cloruro mercurico vi si fosse alterato, passando allo stato o di cloruro mercurioso, oppure di sale a base di protossido, poichè lo joduro potassico formò nel sugo di questa parte il joduro mercurioso e non il mercurico. In ogni modo il cloruro mercurico deve aver agito nel fusto almeno coagulandovi l'albumina, el restringendo tutto i tessuti e così impedendo l'ulteriore ingresso della soluzione nella pianta.

X.

Nitrato argentico.

24 Una giovine pianta di fagiuolo, una nepeta ed una lente sviluppata nell'acqua, furono immerse in una soluzione di $^1/_{10}$ di grano di nitrato d'argento in due oncie d'acqua. Erano scorse trentasei ore dopo l'immersione, quando trovai i fusti di queste piante per un terzo della loro lunghezza, verso le radici, avvizziti, e, in alcuni punti quasi secchi, mentre nel resto erano ancora vegeti. La parte avvizzita aveva acquistato un colore cinereo violetto e, masticata, manifestava il sapore proprio del nitrato argentico. La parte sana non presentò alcun segno della presenza di questo sale, perocchè, trattatone il sugo col cloruro di sodio non ebbi alcun precipitato, colla potassa pura non diede alcuna cristallizzazione, messolo sopra una lastra di rame, non vi lasciò macchia. Il nitrato d'argento pertanto pare che si comporti colle piante come il sublimato corrosivo.

XI

Solfato potassico

25 Dieci grani di questo sale in quattro oncie d'acqua. — Furono posti in questa soluzione un solano nero, una alsina rosea, una mentha rotundifolia e delle lenti germinate e cresciute nell'acqua. Il sugo tratto da ciascuna di queste

piante, venti ore dopo la loro immersione, col cloruro baritico diede un precipitato bianco abbondante (solfato baritico). Una goccia del sugo del solano ed un'altra della soluzione, nella quale era stato immerso, diedero una cristallizzazione microscopica in prisme, molto somigliante.

26. Esaminati poi di confronto i sughi di tutte queste piante fra loro, ho riconosciuto che il solano e la menta avevano assorbito, un maggior copia che le altre di solfato di potassa.

27. Volli poi assicurarmi che il precipitato bianco ottenuto col cloruro baritico fosse realmente dovuto al solfato potassico assorbito, piuttosto che ad un altro solfato qualunque, che fosse naturalmente contenuto nelle piante messe ad esperimento. Ho quindi trattato collo stesso reattivo il sugo di altri individui delle stesse specie, a cui io non aveva dato a succhiare alcun sale, ma il cloruro di bario non vi produsse che un lieve annebbiamento.

XII. XIII.

Solfato zincico *Solfato alluminico potassico.*

28. Questi due solfati, egualmente che quello di potassa, messi alla prova con delle lenti, delle zinnie, dei convolvoli ecc. m diedero a conoscere passati nel sugo di tutte queste piante.

XIV

Solfato magnesico

29 In un vaso contenente della terra, che per un altro esperimento era stata adacquata con una soluzione carica di sal comune, ho seminato due zucche. Nate queste e cresciute all'altezza di due piedi le ho adacquate con una soluzione di due dramme di solfato di magnesia in quattro oncie d'acqua. Tre giorni dopo tolta dal vaso una di queste piante e spremutone il sugo, questo, colla cristallizzazione microscopica, mi diede dei bellissimi cubi di cloruro sodico e nessuno prismatico di solfato di magnesia. Mi assicurai poi coll'acqua di barite, che questo sugo non conteneva solfati. Il sale magnesico era stato decomposto dalla terra, poichè lavatala diligentemente, e concentrate le acque di lavatura, nè per reattivi nè colla cristallizzazione vi ho potuto scoprire il solfato di magnesia.

30 Ho poscia immerso in una soluzione di venti grani di questo sale in tre oncie d'acqua un giovane *chenopodium viride*, una piccola zucca ed una lente germinata nell'acqua. Dopo venti ore, il sugo del chenopodio e quello della zucca col cloruro baritico, diedero abbondante precipitato bianco, quello della lente pure lo diede, ma scarsissimo.

XV

Nitrato calcico.

31. Otto grani di nitrato di calce in una oncia d'acqua. — Ho fatto pescare in questo liquido, per ventiquattro ore, le radici di un *arachis hortensis*, di un *oxalis corniculata* e di una *mercurialis annua*. Il sugo poscia estratto dalla nervatura principale delle foglie del *arachis* (perchè era meno impregnato di umore fattiginoso) e quello tratto dal fusto della *mercurialis* diedero coll'acido ossalico abbondante precipitato bianco (ossalato calcico). L'*oxalis*, dopo l'immersione, presentò la singolarità di avere quasi tutte le foglie ingiallite ed appassite, mentre quelle delle altre due piante si erano mantenute verdi. Questo ingiallimento mi fece credere che il nitrato di calce fosse stato assorbito anche dall'*oxalis*, e che la calce di esso si fosse combinata nelle di lei foglie coll'acido ossalico del quadrossalato di potassa naturalmente contenutovi, lasciando così libero l'acido nitrico, il quale, non potendo esser tutto neutralizzato dalla potassa, abbandonata dall'acido ossalico, fosse stato cagione dell'ingiallimento delle foglie.

32. Una pianta di *arachis hypogaea* che cresceva in un vaso, in terra ordinaria, fu adacquata con una soluzione molto diluta di nitrato calcico, due volte in due giorni. Tagliatala quindi un pollice sopra la terra, ed ammaccatala in un mortaio coll'aggiunta d'un po' di acqua distillata, e colla pressione e feltrazione ottenutone un liquido chiaro,

questo coll'acido ossalico, diede copioso precipitato bianco. Un altro individuo della stessa specie, alle cui radici non era stato presentato alcun sale, somministrò anch'esso un sugo che diede, coll'acido ossalico, un precipitato bianco; ma questo fu scarsissimo, quantunque il sugo che lo depose fosse più abbondante dell'altro. Questo precipitato indica esso pure la presenza della calce nell'arachide, ma la di lui piccola quantità prova che l'abbondanza dell'altro è veramente indizio dell'assorbimento del nitrato calcare effettuato dalla pianta che lo ha fornito.

XVI.

Idrato calcare.

33. Una *viola odorata*, il cui sugo, tratto dal picciuolo d'una sua foglia, io aveva assaggiato prima coll'ossalato di ammoniaca, e non mi aveva dato segno di sali calcari; dopo essere stata per alcun tempo nell'acqua di calce, collo stesso reattivo lasciò scorgere la presenza di questa base.

XVII.

Acetato calcare.

34. In una *soluzione* molto diluita di acetato di calce, stettero per trentadue ore un *polygonum persicaria*, una zucca ed una lente. L'assorbimento di questo sale è avvenuto in queste piante ma in scarsissima quantità, poichè

scarsissimo fu il bianco precipitato che l'ossalato ammonico produsse nel loro sugo.

35 Ripetuto l'esperimento con una fava sviluppata nell'acqua e con una mercorella, trentasei ore dopo l'immersione, il sugo della fava, trattato col solito reagente, non diede che un annebbiamento leggerissimo: quello della mercorella per contrario diede copioso precipitato. Esplorato però il sugo d'un altro individuo di questa specie, che non era stato assoggettato prima ad alcuna prova, ebbi egualmente coll'acido ossalico il precipitato bianco, prodotto certamente dai sali calcari naturalmente contenuti in questa specie: conchiusi perciò che il precipitato osservato nel sugo dell'altro individuo non poteva ritenersi una prova dell'avvenuto assorbimento dall'acetato calcico.

XVIII

Cloruro potassico.

36 Con una soluzione di venti grani di questo sale in due oncie d'acqua ho bagnato la terra contenuta in un vasetto ove vegetavano una zucca, una portulaca ed una fava. Il sugo tratto due giorni dopo da queste tre piante, coll'evaporazione spontanea, diede molti cristallini cubici, i quali, con un cucchiaiolo raccolti in un mucchietto e toccati coll'acido solforico, nell'atto che si osservavano col microscopio, svilupparono molte bollicine di gas. Il sugo stesso, trattato col nitrato argentico, diede un bianco precipitato, solubile nell'ammoniaca. Il cloruro platinico vi in-

duse un coloramento giallo. Non vi poteva dunque esser dubbio circa l'esistenza in quegli sughi del cloruro potassico. Quello della fava però ne conteneva proporzionalmente assai più che quello delle altre due piante.

XIX

Cloruro ammonico

37 Quattro grani di cloruro ammonico in due oncie d'acqua. — In questa soluzione ho posto una piccola pianta di citriolo, un *amaranthus blitum* ed una nepeta cataria. Dopo diciotto ore il loro sugo presentò la cristallizzazione microscopica a barba di penna caratteristica dell'idroclorato di ammoniaca. Le piante tutte poi, schiacciate insieme alla calce, diedero odore ammoniacale.

38 In un vasetto contenente terra ordinaria, dove vegetavano dei fagiuoli e delle fave, ho versata una soluzione allungata di sale ammoniaco. Due giorni dopo, il sugo di queste piante, colla cristallizzazione microscopica non mi offerse che dei cubi, i quali, cogli opportuni mezzi, conobbi essere di cloruro potassico. L'idroclorato di ammoniaca era stato decomposto dalla terra, poichè, levata questa, nelle acque di lavatura non mi venne fatto di trovarne nè per mezzo della cristallizzazione, nè per mezzo dei reattivi. Vi trovai bensì abbondante l'idroclorato di potassa, formatosi probabilmente coll'acido idroclorico del sale ammoniaco e colla potassa contenuta nella terra. Non posso dire cosa sia accaduto dell'ammoniaca, se quella,

unitasi a qualche acido, sia poi stata o ne esseriata dalle piante, perchè non ho fatto indagini a questo scopo dirette.

XX

Sugo del chenopodium vulvaria con acido solforico
(solfato ammonico)

39. Chevallier e Lassaigne (1) hanno asserito che nel *chenopodium vulvaria* esiste del carbonato di ammoniaca. Raccolsero le esalazioni di questa pianta per mezzo di un ambuto comunicante con dell'acido idroclorico ed osservarono nel recipiente dei vapori bianchi che credettero di idroclorato di ammoniaca. De Candolle (2) riferì questo fatto in maniera dubitativa e chiamò su di esso l'osservazione dei fisiologi e dei chimici; ma, ch'io mi sappia, nessuno ancora vi ha diretto le proprie ricerche, e la meraviglia ch'ei sia sfuggito anche all'attenzione di Liebig, che tanto si occupò dell'ammoniaca contenuta nei vegetabili. — Io ho istituito il seguente esperimento. Ho preso una pianta di questo chenopodio in piena vegetazione e, pestatala in un mortaio, vi ho aggiunto un po' di acqua e alcune gocce d'acido solforico. Quest'acido fece cessare immantinente l'odore nauseante che prima esalava la pianta. Colla pressione e colla filtrazione ottenutone un liquido limpido ed inodoro, ne ho trattata una porzione colla calce, e ne ebbi abbon-

(1) Ann. des sc. nat. t., pag. 440
(2) Phys. végét., pag. 330

dante sviluppo d'ammoniaca; un'altra porzione colla potassa mi diede lo stesso risultato (1). Procuratomi in seguito dell'altro sugo da altri individui della stessa specie, ed aggiuntovi poco acido solforico e molt'acqua, me ne sono servito per adacquare un vasetto che conteneva due ane-

(1) Il successo di questa esperienza mi ha indotto ad intraprendere nuove ricerche tendenti a convalidare la generale asserzione di Liebig, che tutte le piante contengono ammoniaca. Il metodo che ho adottato per tali indagini fu sempre il seguente. Ottenuta colla pressione, una quantità maggiore o minore di sugo da una data pianta, o parte di essa, vi ho fissato coll'acido solforico lo supposta ammoniaca, e quindi svaporatolo quasi fino a secchezza, ho trattato il residuo colla potassa o colla calce in un recipiente a collo stretto agitando il miscuglio e fiutandolo. In questa maniera mi sono assicurato della presenza dell'ammoniaca nei frutti maturi ed immaturi della zucca, del citriolo, del pomo d'oro, nei tuberi del pomo di terra, nelle foglie di carolo, in quelle del tabacco, in quelle del ramo ....., ed in parecchi funghi.

Ho pure verificato l'esistenza dell'ammoniaca nell'acqua di pioggia.

Ho finalmente voluto assicurarmi della ragionevolmente presunta continua esalazione d'ammoniaca dalla terra, nella quale si trovano sostanze organiche in decomposizione.

In una calda giornata di luglio ho messo sopra della terra appena smossa e stata concimata sei mesi prima una grande campana di vetro, internamente bagnata d'acido solforico. Ben presto, essendo esposta al sole, ai vapori esalati dal terreno, i quali attratti dall'acido solforico si raccolsero in goccioline sull'interna di lei superficie. Con pulitissima spugna ho raccolto il liquido di queste goccioline, e, ripetuta tutta l'operazione per sei volte di seguito, ottenni una mezza oncia circa di liquido, il quale, trattato colla potassa, mi diede manifesto sviluppo d'ammoniaca.

Dietro tale esperimento, potrei ... di poter conchiudere che, non solamente l'acqua di pioggia, ma anche quella della rugiada sia da considerarsi apportatrice d'ammoniaca.

che vegetanti in terra ordinaria. Il giorno successivo la terra esalava un leggier odore ammoniacale, il quale poi non so per quanto tempo abbia continuato non avendo io osservato più il vaso, ma non dopo otto giorni epoca in cui quell'odore non era più sensibile. Toccando però le piante (le quali si mantenevano in buona vegetazione) e massime le loro foglie cotiledonari, mi accorsi che tramandavano l'odore proprio della volvaria. Estrattele allora dal vaso, ne ho spremuto il sugo, e questo offriva chiaramente lo stesso odore. Fattolo cristallizzare sopra una lamina di vetro vi diede dei cristalli aghiformi simili a quelli del nitro e molti altri piccoli prismi, uniti regolarmente a tre per una delle loro estremità in modo di formare tre angoli ottusi eguali (Y). Io non ho fatto particolari indagini per determinare la natura di questi cristalli. Che però un sale ammoniacale esistesse anche nel sugo cristallizzato, mi sembrò dimostrato dall'odore caratteristico che esso tramandava, esposto al calore o trattato colla potassa. Questo sale però non poteva essere il solfato, perchè esso doveva nella terra essere stato decomposto incontrandovi sali di potassa e molte altre materie capaci di decomporlo: e difatto abbiamo veduto che, almeno nei primi giorni, dalla terra si esalava odore ammoniacale. In qualunque combinazione però esistano l'ammoniaca nelle radici, ciò poco importa al caso nostro: basta l'aver dimostrato che esse l'hanno assorbita.

XXI

Nitrato potassico e cloruro sodico

40. In un'oncia d'acqua distillata ho disciolto tre grani di nitro ed altrettanto di cloruro di sodio, e vi ho immerso una *veronica anagallis* ed una *salicornia herbacea*. Il sugo estratto da un ramoscello di ciascuna di queste piante, prima di porle nell'anzidetta soluzione, non mi presentò alcuna cristallizzazione microscopica. Venti ore dopo quello della prima si mostrò abbondantemente fornito di cristalli aghiformi e scarso di cubici; quello della seconda per contrario mi offerse grande quantità di questi e picciolissima degli altri.

41. Dieci grani di sal comune e dieci di nitro in due once d'acqua. — Una goccia di questo liquido, nell'evaporazione spontanea, mostrava distinti i cristalli cubici dell'uno sale ed i prismatici dell'altro, frammisti tra loro in maniera che era facile rilevare, anche dalla sola loro ispezione, che la soluzione ne conteneva eguale quantità. Ho posto in questa un *chenopodium viride* colla aspettazione che questo assorbisse a preferenza il cloruro sodico, per essere una pianta della stessa famiglia delle salsole e delle salicornie, anzi dello stesso genere del *chenopodium maritimum*, che nei terreni vicini al mare assorbono il sal comune; ma la mia prevenzione andò fallita, poichè, dopo ventiquattro ore, esaminando la soluzione che era ridotta alla metà, col solito mezzo della cristallizzazione microsco-

pea, l'ho trovata scarsa di nitro ed ancora abbondantemente provveduta di cloruro di sodio. Esaminate pure varie gocce di sugo estratte da diverse parti del chenopodio, vi ho trovato moltissimi cristalli di nitro e pochissimi di sal marino.

42. Quindici grani di sal comune e cinque di nitro in due oncie d'acqua. — Ho voluto sperimentare coi due sali in proporzione diversa, per scoprire se la maggiore o minor quantità dei sale potesse influire sul di lui maggiore o minore assorbimento. La soluzione, esplorata col mezzo della cristallizzazione, presentava appunto la proporzione dei cristalli di cloruro di sodio a quelli del nitrici, come tre ad uno. — Restarono in essa per venti ore un altro chenopodium viride ed un solanum lycopersicum. Il sugo del chenopodio si trovò in seguito, anche con questo esperimento, ricchissimo di nitro; quello dell'altra pianta invece assai carico di sal comune e scarso di nitro. Nella soluzione residua quest'ultimo sale si trovava in piccolissima quantità. — Se pertanto l'abbondanza d'un sale ne determinasse un corrispondente assorbimento, nel nostro caso ambedue le piante avrebbero dovuto appropriarsi maggior quantità di cloruro di sodio; se, per contrario, la scarsità del sale ne facilitasse l'assorbimento col formarne una soluzione più fluida (secondo l'opinione di Saussure) il nitro avrebbe dovuto trovarsi in maggior quantità in ambedue le piante. Ma, non essendo accaduto nè l'uno, nè l'altro caso, sembra più ragionevole il credere che le due accennate piante abbiano spiegata maggior affinità elettiva per un sale, piuttosto che per l'altro.

XXII

Cloruro ammonico e cloruro sodico

43 Tre grani d'idroclorato di ammoniaca ed altrettanti di cloruro di sodio in due once d'acqua diedero una soluzione alcune gocce della quale, colla evaporazione spontanea cristallizzate presentarono molti piccoli cubi ai quali erano attaccati, a guisa di raggi, molti cristalli aghiformi disposti a barba di penna. Ho tenuto per ventiquattro ore in questa soluzione una mercorella ed una fava. Esaminato quindi il sugo di ciascuna di queste piante, ho trovato che quello della mercorella era ricchissimo dei cristalli caratteristici del cloruro ammonico, e quello della fava era invece a dovizia fornito di quelli proprj del cloruro sodico. La soluzione residua conteneva maggiore quantità di quest'ultimo sale, perchè la fava era piccola e fornita di poche foglie, e quindi doveva aver assorbita minore quantità di liquido che non la mercorella che era adulta, anzi all'epoca della fioritura.

XXIII

Infusione di noci di galle

44 In una leggera infusione a fredda di noci di galle ho posto una lenta ed una fava, germinate e cresciute con sola acqua, un *chenopodium album*, una mercuriale ed una

sepelsi. Dopo diciotto ore queste piante erano già appassite. Il sugo di ciascuna, col solfato di ferro, non ne diede alcun indizio d'acido gallico. Varie parti di esse, tagliuzzate, furono immerse in una soluzione dello stesso sale, ma nessuna si annerò manifestamente. Esaminate le loro radici, le ho trovate indurite e corrugate, probabilmente pel coagulamento dell'albumina avvenutovi per l'azione dell'acido gallico.

46. Ho ripetuto l'esperimento colla stessa infusione, allungata con sei parti d'acqua, perchè la di lei chimica attività fosse minore. Le piante di cui mi sono valso furono una fava ed un gerapunno, ma anche queste non mi diedero alcun segno d'aver assorbito il liquido loro offerto.

45. Con una simile soluzione ho anche adacquato un vaso ove vegetavano una zucca ed un fagiuolo, ma nè l'una, nè l'altro assorbirono il principio gallico.

XXIV

Amido.

47. Ho versato su quattro grani d'amido tre once di acqua bollente e, dopo aver alquanto agitato il miscuglio, l'ho lasciato in riposo. Raffreddatosi, l'ho feltrato per carta e così ottenni un liquido limpido e fluido come l'acqua. Una porzione di esso ho voluto esplorarla collo joduro potassico e l'acido solforico, ed ebbi in tal modo un abbondante precipitato azzurro. Immersi in tale soluzione una

zucca, un fagiuolo ed un amaranto, dopo ventiquattro ore ho tagliato queste piante al di sopra del punto d'immersione, e, postele in una carica soluzione di joduro potassico e lasciatevele per un'ora, le ho poi tuffate nell'acido solforico allungato, ma non ebbi alcun coloramento nel loro tessuto. Il loro sugo trattato cogli stessi reattivi non si colorò menomamente. Ho pure egualmente esplorata la parte fibrosa, residuo della pressione, dubitando che l'amido avesse potuto restarle aderente, ma anche questa prova non fece che confermarmi che l'amido non era stato assorbito.

XXV.

Zucchero

48. Sciolta un'oncia di zucchero in sei once d'acqua ho messo in questa soluzione una mercorella ed una zucca: le loro radici però non erano tutte intatte. Dopo tre giorni queste piante, masticate, offrivano un sapore dolcigno. Evaporata a secchezza la soluzione residua, vi trovai lo zucchero diminuito.

49. Ho adacquato con una eguale soluzione per tre giorni un vaso che conteneva, in terra ordinaria, una fava ed una zucca. Tagliate quindi queste piante e masticatane una porzione, non ebbi a risentirvi alcun sapor dolce. Ne ho poscia spremuto tutto il sugo e chiarificatolo colla bollitura e colla feltrazione, lo lasciai lentamente evaporare finchè lo

ridotto a piccolissimo volume, ma non ho potuto ancora sentirvi il sapore zuccherino. Ho finalmente voluto esplorarlo anche col mezzo proposto da Raspail, cioè coll'aggiunta di poco albume d'uovo e quindi di una goccia d'acido solforico concentratissimo ma non mi presentò menomamente il colore porporino, che suol prendere lo zucchero anche a minime dosi, così trattato.

Lo zucchero pertanto si è introdotto nelle piante che non avevano le radici intere, ma non è stato assorbito dalle sane.

XXVI.

Infusione di quassia.

50 In questo liquido amarissimo ho tenuto per due giorni una pianta di solano nero ed una di zucca. Ambedue acquistarono il sapore della quassia, ma esaminate accuratamente le loro radici trovai che avevano alcune fibrille tronche.

51 Perciò colla medesima infusione ho poscia adacquato un vasetto che conteneva della sabbia, ove vegetava una fava, e due altri vasi con terra ordinaria, nella quale vivevano delle piante di frumento, dei fagiuoli e delle zucche. Tre giorni dopo la fava manifestava un sapore amarissimo e le altre piante non avevano che il sapore loro solito. Esplorate le radici di tutte, ho trovate quelle della fava morte in parte (probabilmente per soverchia umidità, trovandosi in un vaso piccolo e senza foro) e sane le altre.

XXVII

Sostanze coloranti.

A. Infusione di zafferano.

52. In questa infusione ho immerse una giovine pianta di convolvolo, una lente sviluppata nell'acqua ed una *nepeta cataria*. Le radici delle due prime erano certamente illese, quelle della terza erano monche. Scorse ventiquattro ore, il convolvolo e la lente non presentavano alcuna coloramento nè nel loro tessuto, nè nei loro sughi; la nepeta mostrava nell'interno del fusto un leggiero colore gialliccio.

B. Sugo di fitolacca.

53. Ho adacquato per quattro giorni di seguito con acqua carica di questo sugo, due vasi che contenevano, l'uno alcune piante di lattuga ed alcune di frumento, l'altro dei bulbi di zafferano in fiore. Nessuna di queste piante, dietro le più accurate indagini, mi offerse alcuna traccia di coloramento; neppure il tessuto bianchissimo del tubero dello zafferano ove, se la materia colorante fosse penetrata anche in piccolissima quantità, si sarebbe facilmente potuta riconoscere. Esaminata la terra dove erano state queste piante, la trovai ancora intensamente colorata.

C. Infusione di legno di Campeggio.

54. Ho adoperato quest'infusione allungata con molta acqua perchè non avesse ad agire come astringente sulle radici. Le piante messe alla prova in questo liquido furono una fava ed una lente, ambe sviluppate all'altezza di un palmo con acqua pura, e due individui di *chenopodium viride*. Dopo quattro giorni trovai nella fava e nella lente alcune foglie appassite, uno dei chenopodii perfettamente vegeto l'altro con molte foglie aggrinzite e floscie. Sezionate tutte queste piante, non trovai avvenuta alcuna colorazione nelle tre prime, ma nello spessore del fusto del chenopodio, che aveva sofferto, trovai alcune strisce rosso-brune. La radice di quest'ultimo aveva alcune fibre tronche; quelle delle altre piante erano sane.

D. Infusione di legno del Brasile.

55. Con una infusione carica di legno del Brasile ho adacquato una cipolla che vegetava in piena terra. Ho ripetuto tre volte questa bagnatura in due giorni. Il terzo ho anatomizzata la pianta, ma non mi fu dato di scorgervi injezione colorata.

E. Infusione di cocciniglia.

56. Ho fatto metter radici ad una grossa rapa, tenendola per la sua parte inferiore nell'acqua, e fattele quindi

posare per tre giorni in una infusione di cocciniglia, non trovai in seguito il tessuto della rapa menomamente colorato.

57. Ho ripetuto l'esperimento con un pomo di terra, ed ebbi l'istesso risultamento.

Da queste esperienze pertanto si dovrebbe conchiudere che le materie coloranti non entrano per le radici sane. Ma Saussure, nella recente sua Memoria circa la nutrizione dei vegetabili(1), sostiene il contrario. Egli pesò la sostanza estrattiva colorante prima di sciogliersi nell'acqua che doveva servire all'esperimento, e, ridotta la soluzione a secchezza, dopo che vi erano state per certo tempo immerse le radici, trovò quella sostanza sensibilmente diminuita. In alcune delle piante messe alla prova non trovò coloramento, in altre lo rinvenne. Le prime non davano segno di patimento, le seconde avevano sofferto notabilmente. Credette quindi che le une e le altre avessero assorbito la materia colorante, ma che le prime avessero potuto assimilarsela, mentre le altre, non essendo state capaci di decomporla, avessero sofferto per l'introduzione nel loro organismo di una materia per esse inassimilabile. Ma anche queste esperienze di Saussure non sono molto valutabili, poichè non essendosi egli gran fatto curato di accertarsi dell'integrità delle radici, si potrebbe sospettare che la materia colorante fosse penetrata solo nelle piante, le cui radici non erano intatte, come accadde nelle mie esperienze. Se non che Saussure ha trovato diminuzione della sostanza colorante anche nelle soluzioni, ove erano state

(1) Bibl. univ. de Genève. Décembre, 1841.

sollante delle piante il cui tessuto non rimase colorato e, verificandosi questo fatto, si dovrebbe assolutamente credere che tali piante avessero assorbito ed assimilato quella sostanza.

Per riconoscere se tale fosse la cosa realmente ho istituito la seguente prova.

58. In quattro vasi di eguale capacità ho posto eguale quantità di sabbia granitica pura. In due di essi ho seminato dei fagiuoli e delle zucche, le quali piante, poiché furono bene sviluppate, ho adacquato sei volte la sabbia di uno dei vasi, ov'esse stavano, con una soluzione di cocciniglia, quella dell'altro con sugo di fitolacca allungato con molta acqua. Con eguali dosi degli stessi liquidi ho bagnato la sabbia degli altri due vasi, ove io non aveva posto alcuna pianta, ma che tenni sempre a circostanze pari agli altri due, adacquandoli anch'essi in seguito con una quantità d'acqua eguale a quella che io doveva dare ai vasi che contenevano le piante, per mantenerne la vegetazione. Continuavano queste a vivere abbastanza bene un mese dopo l'adacquamento colorato, quando ho posto fine all'esperimento. Tolte le piante dai vasi, non trovai nel loro tessuto alcuna traccia di coloramento, ma la sabbia ove avevano vissuto era ciò non ostante pochissimo colorita, mentre quella dove non erano state piante, lo era ancora intensamente. (Il colore però dell'uno e dell'altra era affatto cangiato.) Una porzione quindi della materia colorante impiegata era scomparsa per l'azione delle radici — Io però non vorrei ammettere con Saussure che essa sia stata, quale si trovava, da queste assorbita, ed in seguito decom-

posta ed assimilata nel tessuto della pianta, poichè, in tale ipotesi, avrebbe dovuto trovarsi, almeno nelle parti inferiori di essa qualche traccia di colorimento, ciò che non fu osservato. Crederei pertanto più ragionevole congettura che le radici abbiano decomposto nella sabbia una porzione delle materie loro presentate, appropriandosene solamente alcuni principj e probabilmente i più acconci alla nutrizione della pianta.

Probabilmente anche le altre sostanze organiche adoperate negli esperimenti XXIII, XXIV, XXV, XXVI col tempo sarebbero state anch'esse, come le coloranti, dalle radici decomposte, e ne sarebbero stati assorbiti i loro principj costitutivi.

XXVIII

Umato potassico

(humus reso solubile per mezzo della potassa.)

Una delle sostanze che più importa di determinare se venga o no dalle radici assorbita è l'*humus* o terriccio. Da tempo remotissimo ed anche attualmente si ritiene dalla maggior parte dei fisiologi, non solo ch'essa, diversamente da ogni sostanza alcuna, venga assorbita dalle piante, ma ben anche che costituisca la fonte principale del loro nutrimento. Ma poichè recentemente Liebig, appoggiato agli esperimenti di Hartig, negò tale assorbimento, e poco dopo Saussure con altre esperienze sostenne nuovamente l'opinione contraria, prima di riferire i risultati delle prove

da me sopra tale sostanza istituite, credo bene di accennare brevemente quelle dei due nominati autori

Hartig (1) ha nutrite delle pianticelle di fava con una soluzione molto colorata di umato di potassa in tubi di vetro di nove millimetri di diametro e ventiquattro di altezza Queste piante assorbivano in ventiquattro ore una quantità di liquido eguale al doppio del loro peso, e perciò egli sostituiva giornalmente acqua distillata al liquido mancante L esperienza durò un mese, e la soluzione non provò alcuno scoloramento. Dunque, conchiude l autore le piante hanno assorbito l acqua e rifiutato l *humus*. L analisi del liquido residuo non dimostrò se non la perdita le *humus* di un milligrammo e mezzo la qual perdita insignificante Hartig attribuisce all essersi deposta una piccola porzione di humus sulle radici Simili esperienze vennero da lui fatte coll'umato di soda coll'umato d ammoniaca e colla decozione di terriccio, ed ebbero il medesimo risultato

Saussure (2) crede di poco valore le sperienze di Hartig, e ritiene che in esse le radici non abbiano assorbito l'umato di potassa perchè trovavansi in stato di sofferimento, attesa la soverchia ristrettezza del tubo adoperato, per la quale dovevano soffrire compressione in forza del peso stesso della pianta e perchè, dopo aver assorbita una porzione di liquido, alcune di esse restavano ogni giorno esposte all aria. Il colore oscuro poi che, come riferisce lo stesso Hartig acquistarono alle loro estremità, prova, secondo

(1) Bibl. univ. de Génève, Décembre 1841

(2) V Liebig Chimie organique, etc., 1844

Saussure, che erano in istato di decomposizione. Questi perciò ha voluto ripetere l'esperimento, evitandone gli inconvenienti. Adoperò vasi che avevano 88 millimetri di diametro e 150 di altezza, e contenevano 60 grammi di soluzione di umato di potassa, colorata in bruno, e 7 centigrammi di umato secco. Dopo 14 giorni le piante che vi erano state immerse avevano assorbito 135 grammi di liquido, i quali essendo stati mano mano surrogati d'altrettanta acqua distillata, la soluzione aveva subìto uno scoloramento assai pronunciato. Svaporata questa a bagno maria, lasciò 8 centigrammi d'umato di potassa. Non essendosi rinvenuto alcun deposito nè sulle radici nè sulle pareti del recipiente, Saussure ha conchiuso che la considerevole quantità d'umato scomparsa dalla soluzione era stata assorbita.

Egli ha sperimentato anche adoperando, invece di piante di fava, delle piante di *polygonum persicaria* e senza aggiunger acqua alla soluzione, che scemava per l'assorbimento. Dopo dieci giorni il liquido era colorato più intensamente che prima: ciò perchè le radici assorbono in maggior proporzione l'acqua che non le sostanze che vi sono disciolte, ma l'analisi ha fatto conoscere che l'umato era anche qui notabilmente diminuito. Saussure ha fatto in seguito gli stessi esperimenti con una soluzione di estratto di terriccio ed ottenne risultamenti eguali.

Qualche volta però, nel ripetere tali esperienze, notò che le radici si erano annerite all'estremità e le soluzioni allora non furono punto scolorate, riparando con acqua le perdite che vi avvenivano, e il peso della sostanza secca residua dall'evaporazione, la trovò talvolta maggiore di quello

della sostanza che vi aveva deccolto. Attribuì egli questa anomalia alla decomposizione delle radici ed alla materia per essa deposta nel liquido e questa stessa credette essere la cagione dei risultamenti ottenuti da Hartig.

Ecco gli esperimenti da me istituiti coll'*humus*.

59. Ho fatto bollire per alcuni minuti due once di terriccio, tratto dal cavo d'una quercia antica, con otto once d'acqua ed una dramma di carbonato di potassa, ed ottenni così un liquido nerastro che ho filtrato per carta e successivamente ho fatto evaporare fino a secchezza. Ho sciolto 24 grani dell'umato secco così ottenuto in 24 once d'acqua, ed ho diviso questa soluzione, che aveva il colore d'un infuso di caffè, in sei bicchieri, in uno dei quali ho immerso un *polygonum persicaria*, in un altro una *bidens tripartita* nel terzo un *solanum nigrum*, nel quarto un *erigeron canadense*, nel quinto un *chenopodium urbicum*. Ho lasciato il sesto senza piante per osservarvi i cangiamenti che avvennero nel liquido per la sola influenza degli agenti esterni e per farne successivamente confronto con quello degli altri bicchieri. Tutte le nominate piante vissero bene per dieci giorni in questa soluzione e ne succhiarono notevole quantità. Io riparava giornalmente le perdite, che in questa avvenivano, con acqua di pioggia. La soluzione aveva subìto una scoloramento manifesto in tutti i cinque bicchieri, fattone confronto con quello del sesto, ove non erano state piante, ma specialmente in quello che conteneva il chenopodio, il quale incominciava ad appassire. Due giorni dopo anche la persicaria era appassita, ed il liquido che la conteneva era più degli altri scolorato. Esaminate le radici di

queste ultime piante, trovai che non erano intere, e ciò mi diede ragione del maggiore scoloramento avvenuto nella soluzione e del sofferimento delle piante, poichè per le radici rotte doveva essere penetrato, per sola ragion fisica, il liquido quale si trovava. Le altre piante pareva che avessero le radici sane, e continuarono ancora per dodici giorni (quando ho posto fine all'esperienza) a vegetare ed a svolgere sempre più la soluzione in cui vivevano. Se non che in tutti i cinque bicchieri il liquido non aveva solamente perduto di colore, ma vi osservai altresì un leggier deposito fioccoso, poco colorato, che era palese tanto ove si trovavano le radici anmorta, come dove le radici erano bianche e sane, e perciò non poteva essere attribuito a decomposizione delle radici, e nemmeno a spontanea alterazione della soluzione, poichè esso mancava nel liquido ove non erano state piante.

60 Ho ripetuto l'esperimento, servendomi di fave e di lenti germinate e cresciute nell'acqua e le cui radici erano assolutamente sane. In quattro oncie d'acqua, in cui aveva sciolto sei grani di tannato secco, ho messo sei di queste fave. In tre oncie d'un'altra soluzione, contenente quattro grani di tannato, ho immerso cinque piante di lenti. Queste piante tutte vissero bene per 22 giorni nelle accennate soluzioni, e queste, dopo aver ricevuto nell'acqua in sostituzione alle perdite avvenutevi per l'assorbimento, avevano a quell'epoca manifestamente perduto del loro colore: quella che conteneva le fave però era più scolorata, attesa la maggior grandezza di queste piante in confronto alle lenti. Le radici delle fave erano rimaste tutte sane, non

sola delle lenti le presentava annerite e rammollite. Sezionati diligentemente i fusti di tutte queste piante, non ho trovato nel loro interno alcun coloramento che v'indicasse la presenza dell'umato. Il deposito fioccoso sopra accennato si osservava anche in amendue queste soluzioni. Fattele evaporare entrambe fino a secchezza e pesato il residuo, trovai quello del liquido, ov' erano state le fave, del peso di tre grani, di 3 $^{3}/_{4}$ quello dell'altro. Questo residuo però confrontato con dell'umato potassico che non era stato messo ad esperimento, se ne mostrava alquanto diverso, essendo di colore meno carico e non sciogliendosi completamente nell'acqua.

Da questi esperimenti pertanto parmi che si possa conchiudere: 1°, che le radici hanno assorbita una parte della materia contenuta nella soluzione, 2° che non essendosi nel tessuto delle piante rinvenuto il colore proprio dell'umato potassico, è forza credere che questo sia stato assimilato, 3°, che la decomposizione dell'umato, però, pare che non abbia avuto luogo nell'interno della pianta, poichè altrimenti, almeno nelle di lei parti inferiori, si sarebbe scorto il colore dell'*humus* non ancora decomposto, 4° finalmente, che il precipitato fioccoso trovato nella soluzione ov'erano state le radici e non nell'altra, dà a credere che la decomposizione abbia avuto luogo per l'azione delle radici nella soluzione stessa, potendosi considerare il detto precipitato come la porzione della materia decomposta che fu dalle radici rifiutato

XXIX

Decozione di terra concimata.

64 Ho fatto bollire per alenni minuti una pinta d'acqua con una libbra di terra da giardino che era stata letamata l'anno antecedente. Decantato quindi il liquido e feltratolo per carta, lo ottenni limpidissimo, colorito alquanto in giallo e dotato di un odore e sapore ingrato che non saprei qualificare. Concentratane una porzione ed esploratala colla potassa, ne ebbi manifesto sviluppo d'ammoniaca. Ho distribuito questo liquido in quattro bicchieri. In uno di questi ho immerso due ninnie; in un altro due leve e due lenti cresciute nell'acqua, nel terzo un *chenopodium urbicum*, ho lasciato il quarto senza piante pel successivo confronto dei liquidi. Per due giorni le piante non soffersero menomamente, ma il giorno successivo ho trovato appassite le due zinnie. Toltele quindi dal bicchiere, scôrsi che avevano guaste alcune delle loro fibre radicali: ad esse perciò ho sostituito un convolvolo, una mirabilis ed una canna, tutte piante giovanissime, e che essendo fornite di poche radicelle, ho potuto assicurarmi che le avevano tutte sane. Il giorno successivo non ebbi a notare verun cambiamento nelle piante, ma mi recò meraviglia il trovare il liquido contenuto nel bicchiere ove non era stata immersa alcuna pianta, in istato di putrida fermentazione, mentre quello degli altri non ne presentava alcun indizio. Ho diviso allora in due parti eguali il liquido putrefatto, in una ho po-

sto le radici di una mercorella, nessuna punta nell'altro ventiquattro ore dopo la mercorella era appassita. Levatala perciò da quella soluzione, vi ho surrogato un robusto *chenopodium urbicum*, il quale vi vegetò benissimo, e nello spazio di quattro giorni il fetido odore della soluzione andò diminuendo gradatamente, finchè affatto cessò, mentre le putride soluzioni dell'altra porzione della stessa soluzione si mantennero ancora per parecchi giorni. Tutte le piante continuarono in seguito, quale per otto, quale per dieci, quale per quindici giorni, a vivere nelle decozione di terra, senza che in questa si manifestasse mai alcun segno di putrefazione.

Risulta pertanto che le radici hanno avuto la facoltà di impedire la putrefazione del liquido ov'erano immerse, ed anche di diminuirla e farla cessare in quella ove essa si era già manifestata: e questo fatto, a mio parere, dimostra la forza decomponente delle radici sulle sostanze d'origine organica. Se nel caso nostro le radici avessero solamente assorbite, insieme all'acqua, le materie disciolte, non si saprebbe perchè la soluzione, che mano mano rimaneva dall'assorbimento, non avesse a putrefarsi, perchè essa doveva sempre contenere gli stessi principj che l'altra, ove non erano piante. Parmi invece fuor di intendere la cosa, ammettendo che le radici, decomponendo la soluzione od appropriandosi alcuni piuttosto che altri dei principj contenutivi, abbiano così modificata la di lei natura, in modo di renderla di mano in mano inetta alla putrida fermentazione.

XXX

Materie organiche solide

Le radici hanno esse la facoltà di attaccare e di decomporre anche le sostanze organiche solide, che loro vengono a contatto? Gazzeri(1) pose in due vasi pieni della medesima terra una eguale quantità di grasse unghie, nell'uno seminò delle piante, nulla nell'altro. Tenutili sempre a pari circostanze, dopo certo tempo trovò che nel vaso, ove le piante avevano vegetato, le unghie erano state scomposte e ridotte quasi al nulla, mentre nell'altro esistevano ancora presso che nello stato primitivo. Moretti(2) ha fatto uno simile prova, servendosi di pezzi assai compatti di carbone di quercia... ed ottenne lo stesso risultamento.

Le seguenti osservazioni parmi che possano concorrere a dimostrare la medesima cosa.

Ho trovato più volte delle radici di varie piante, che si erano insinuate entro pezzi di legno esistenti per caso nella terra, e conservo anche una radice di nepeta cataria, che attraversa tutto lo spessore di un torsolo di pesca. Il solo penetrare delle radici entro corpi solidi fa supporre che esse possano assorbirvi sostanze, poichè altrimenti non potrebbero progredire nel loro cammino. Ho poi esaminato come si trovasse una radice di una pianta di mais miro-

(1) V. Atti dell'Accademia dei Georgofili di Firenze.
(2) Giunta allo studio della fisiol. e della bot. Pavia, 1838.

dottasi in un pezzo di legno di abete, ancora molto consistente, ed un'altra di nepeta cataria insinuatasi in un frammento di un altro legno, che per essere alquanto fracido non seppi riconoscere. L'una e l'altra erano più grosse nell'interno del legno che fuori di esso, ed offrivano non solamente l'apice fornito di spugnola, ma parecchie di queste e voluminose lungo la loro superficie sulla quale si vedevano anche molti peli. Queste spugnole laterali io non le credo altro che l'apice dei ramoscelli radicali che non avevano ancora potuto svilupparsi, atteso la durezza del corpo in cui si dovevano introdurre. — Tutti questi organi assorbenti dovevano essere inattivi?

Per avere radici intatte, destinate agli esperimenti sopra riferiti, io aveva steso su di un piatto di porcellana uno strato di lenti alto tre linee circa e, tenutolo sempre emettato con acqua, dopo pochi giorni molte lenti hanno germinato e in poco tempo a loro fusti acquistarono l'altezza di circa mezzo piede. Dopo tre settimane osservai che molte lenti, che non avevano germinato erano in istato di putrefazione e molte di esse erano attaccate alle radici delle altre. Osservando bene come vi stessero unite, scorsi che le radicelle vi serpeggiavano sopra e mandavano dei piccoli prolungamenti laterali che penetravano nel parenchima putrefatto, nei punti ove trovavano qualche soluzione di continuità nell'involucro seminale. Le lenti che erano state penetrate dalle radici erano quasi tutte più piccole delle altre.

In un vaso ove crescevano due piante di cicoria rossa ho posto molti semi di veccia (vicia sativa). Nessuno di questi germinò. Dopo qualche tempo, tolte per tutt'altro fine dal

vasi le annue, ha trovato che alcune loro radici avevano attaccati al loro apice alcuni semi di veccia, di cui si conservava bene l'involucro esterno e la forma, ma che contenevano solamente poca materia terrosa, mentre altri che non erano stati tocchi dalle radici, quantunque del resto situati nelle medesime circostanze, conservavano ancora la propria sostanza interna poco alterata.

Da tutte le riferite esperienze parmi di poter trarre le seguenti

Conclusioni

1.° Tutte le sostanze minerali disciolte nell'acqua vengono dalle radici assorbite.

2.° Le diverse piante però ne assorbono quantità differentissime, indipendentemente dal diverso grado di fluidità delle soluzioni (II. 7. III. 9, XI. 26. XIV. 30, XVII. 34. 35, XVIII. 36. XXI. 40. 41. 42. XXII. 43.)

3.° Le sostanze organiche disciolte nell'acqua non sono assorbite quali sono (XXIII. XXIV. XXV. XXVI. XXVII. XXVIII. XXIX). Le radici le decompongono e ne assorbono solamente alcuni principii (XXVII. XXVIII. XXIX.)

4.° Pare che la forza decomponente ed assorbente delle radici si eserciti anche sulle materie organiche solide, che loro possono somministrare materia alimentare (XXX.)

Osservazioni fisiologiche ed agronomiche

Esaminiamo ora ciò che dimostri la pura osservazione di molti fatti fisiologici ed agronomici che hanno più o meno diretta relazione coll'argomento che ci occupa.

È noto abbastanza (Saussure, Davy, De Candolle, Liebig) che le sostanze minerali che si riscontrano nei vegetabili si trovano pur anche nel terreno ov' essi crescono. Le medesime piante che, vivendo sulla riva del mare, forniscono la soda, non danno che sali di potassa allorchè vegetano in terreno privo di cloruro di sodio. La parietaria, la mercorella, la chelidonia maggiore, allorchè vengono nelle fessure dei muri, contengono grande quantità di nitrato di potassa o di nitrato di calce, e non ne offrono neppure quantità piccolissima, quando hanno alimento dalla terra ordinaria. Questi e moltissimi altri fatti, che potrei citare, tenderebbero a dimostrare che le radici assorbono in genere, le materie saline, dalle quali si trovano circondate.

Ma tutte le piante si appropriano tali sostanze in eguale quantità? — Sulla spiaggia del mare vegetano insieme il tamarisco e le salsole; ma mentre queste assorbono grandissima copia di cloruro sodico e scarsissima di solfato di magnesia, quello per contrario si appropria quest'ultimo di preferenza (1). — Il *chenopodium urbicum*, ed altre specie

(1) Merita qui d'essere ricordato il metodo ora adottato in alcuni paesi per fertilizzare i terreni, che per essere stati inondati dal mare, sono troppo ricchi di cloruro di sodio per poter servire alla buona vegetazione della maggior parte delle piante. Questo metodo

dello stesso genere, la parietaria, l'ortica, la mercorella che vegetano lungo le vecchie muraglie ed in terreno sparso di rottami di mura demolite contengono molto nitro e vivono spesso frammiste a molte graminacee, al solano nero al convolvolo dei campi ed a molte altre piante che non ne offrono che delle tracce. — Le piombaginee sono a dovizia fornite di carbonato di calce (Ludwig). Le borraginee, che spesso lor crescono vicine lo sono invece di nitrato di potassa. — Le graminacee, gli equiseti, i giunchi, la quercia contengono la silice in abbondanza, e moltissime altre piante che vegetano nello stesso luogo, o non ne offrono oppure pochissima. — Le leguminose contengono frequentemente buona quantità di solfato di calce. — Le cereali, coltivate insieme ad esse, non ne mostrano, anche dietro le chimiche indagini più delicate, se non quantità piccolissima. — Le *oxalis*, il *rumex acetosa* e l'*acetosella* traggono dal terreno la potassa a preferenza della calce, ad onta dell'affinità chimica prevalente del loro acido ossalico per questa base. L'*iride fiorentina* per contrario si appropria la calce, che poi, unita all'acido ossalico, deposita cristallizzata ne suoi

consiste nel coltivarvi per parecchi anni di seguito la salsola e la salicornia, le quali, asportandovi notevole quantità di sal marino, li rendono atti alla successiva coltivazione di piante più vantaggiose. A Comacchio specialmente si sono già ottenuti per questo mezzo ottimi risultamenti. — Se tutti i vegetabili assorbissero egualmente tutte le sostanze disciolte nell'acqua, perchè, allo scopo di migliorare quei terreni si sarebbero scelte le nominate piante e non tante altre, che pur vi sarebbero cresciute? Non per altro se non perchè l'esperienza ha dimostrato che desse si appropriano il sal marino in copia molto maggiore delle altre tutte.

rizomi (Raspail) — Il fosfato di calce si trova, secondo Saussure, in tutti i vegetabili, ma in generale in piccola quantità. Esistono però alcune piante che lo contengono in copia enorme, anzi cristallizzato sotto forma di aghi, a cui venne dato il nome di *rafidi*. Questi aghi si scorgono abbondantissimi nei porcini, nella balsamina, nella fitolacca e in molte altre piante; ma in altre moltissime che crescono nella stessa circostanze, non se ne scorge alcuno (1).

La costante esistenza di alcune piuttosto che di altre sostanze minerali, od almeno il loro predominio, in date specie di piante, non si può altrimenti spiegare che, o muovendo l'ipotesi assurda che il processo vitale della vegetazione

(1) Ritengo fosse al momento più opportuno di far conoscere al meno mie osservazioni, già da varj anni eseguite intorno a questi cristalli, non tacerò per ora di dire, che ho esplorato col microscopio il sugo di più centinaja di piante e che mi venne dato non solo di confermare l'esistenza dei rafidi nelle piante sopranominate, nelle *calla aethiopica*, nelle *musae*, nella *tradescantia*, nel *piper angustifolium*, nel *crinum latifolium*, nella *mirabilis*, nelle quali piante erano già stati trovati da Sprengel, da Kieser, da Rudolfi, da Alfonso De Candolle, ma a furia di scoperti negli aveva nella *convallaria*, nel *pancratium illyricum*, in parecchie euforbie e nell'*agave americana*, nel sugo della quale sono di lunghezza doppia dell'ordinaria. Non taccrò pure che io li ritengo, con Raspail, costituiti da fosfato di calce, perchè l'alcool, l'etere, l'ammoniaca, la lunga macerazione delle piante nell'acqua non alterano in verun modo cotesti aghi; essere congiunto ai determinare gli acidi vegetabili, sono disciolti dagli acidi minerali senza effervescenza, l'ossalato d'ammonium vi scopre la calce, se si espongono al calor rosso su di una lastra di vetro non subiscono alterazione e gli acidi minerali li disciolgono ancora senza effervescenza. Questi aghi non sono dunque nè silice, nè un carbonato, nè un solfato, nè un ossalato di calce: non possono essere che un fosfato, poichè questo è il solo dei sali di calce inalterabile al calor rosso.

abbia la facoltà di generarle, oppure che ciascuna specie assorba dal terreno alcune sostanze a preferenza di altre.

I seguenti fatti agronomici provano indirettamente la stessa verità.

È noto che non ogni concime è atto del pari alla nutrizione d'ogni specie di piante. Alcune, come il mais, il ravizzone, il riso prosperano con letame fresco, altre, come i trifogli, le mediche e i prati in genere riescono meglio con letame fermentato e scomposto. È probabilmente per questa ragione che, su certi terreni alcuni vegetabili vengono più felicemente il secondo o il terzo anno, dopo che il campo fu concimato, che non nel primo. — Allo stesso modo si può spiegare il fatto ormai conosciuto da tutti gli agricoltori che, nelle terre forti (argillose), già qualche anno per non letaminate, rende molto più proficua, per certe piante, una buona coltura agostana che non una nuova concimazione, poichè, per i lavori, le materie organiche ed inorganiche nutritive contenute nel terreno, che per la sua natura fisico-chimica ne ritarda la decomposizione, vengono ad essere divise e meglio sottomesse all'azione degli agenti atmosferici che ne favoriscono lo scomponimento.

Ad alcuni vegetabili giova una qualità di concime, ad altri una qualità diversa. Esempj di ciò parlantissimi ce li presenta specialmente la coltivazione dei diversi ortaggi.

L'esperienza ha dimostrato che continuando a dare ad un campo, per molti anni, la stessa sorta di concime, e tanto più se vegetabile (sovesci, ec.), il terreno, dopo aver dato per tre o quattro anni abbondante prodotto, a poco a poco perde di fertilità.

Fu per l'opposto riconosciuta l'utilità dell'alternare l'uso d'un ingrasso con quello di un altro, di uno vegetabile, p. e., con uno animale. Così è noto il grande prodotto che danno le marcite di Lombardia quando, dopo essere state per alcuni anni governate con letame, si sparge su di esse, invece di questo, la sansa (panello) di varj semi oleiferi, unita con terra e ridotta in polvere. Fu conosciuto ancora è il vantaggio che si ha dall'uso delle così dette composte, cioè del miscuglio di diverse qualità di concimi con una certa quantità di terra.

La medesima specie di pianta non alligna più bene nel medesimo terreno una seconda od una terza volta, qualora questo non venga debitamente concimato, mentre senza bisogno d'ingrasso una specie di genere diverso vi cresce felicemente. Un campo spossato dal lino e dal miglio produce rigogliosa messe se vi si coltiva il riso. In un terreno stancato da questo, dà abbondante prodotto il ravizzo.

La più naturale interpretazione di questi e di molti altri simili fatti, attestati da tutti gli agricoltori, non è dessa che ciascuna specie tragga dalla terra alcune sostanze a preferenza, od in maggior copia di altre, che convengono poi alla nutrizione di specie diverse?

Già Saussure, Saigey e Liebig hanno dimostrato a sufficienza che le sostanze minerali, che costantemente si trovano nei vegetabili, non devono considerarsi come accidentali, ma bensì come parti costituenti essenziali del misto organico di ciascuna pianta. Esse però possono talvolta essere da altre sostituite, come la soda viene surrogata dalla

potassa, il nitrato di potassa dal nitrato di calce, ec. Ma poichè dagli esperimenti riportati risulta che tutti i sali solubili, presentati alle radici, sono da esse in più o meno grande quantità assorbiti, e poichè sarebbe assurda l'induzione che tutti fossero essenziali all'organismo vegetabile, si potrebbe fors' anche tornare all'opinione che le materie minerali siano tutte nelle piante meramente accidentali. Ond' è ch' io credo necessario di distinguere queste sostanze in essenziali ed accidentali. Essenziali credere quelle che si trovano costantemente, o esse stesse, o le loro equivalenti, in tutti o in dati vegetabili. Tali sarebbero p. e. la potassa o la soda, e l'ammoniaca per tutte la silice per le graminacee, ec. Riterrei accidentali quelle che non si trovano sempre in date specie di piante, le quali arricono rispigliare anche senza di esse, o le contengono ed in piccola copia soltanto quando loro vengono a contatto per circostanze puramente accidentali. Le prime verrebbe assorbite in grande quantità pare che non lo debbano essere per sola forza di trazione ma per vera attrazione vitale delle radici. Le seconde, che in minima copia per queste s'introducono sembra che vi penetrino solo per ragione meccanica, o perchè la forza organico-vitale delle radici non ha possa sufficiente per escluderle in totalità. In prova poi di questa azione vitale delle radici basti il far osservare che col languire della vegetazione in una pianta, le radici fintochè infatto assorbono indifferentemente qualunque sostanza disciolta nell'acqua loro venga presentata

E poi cosa degna di osservazione che, quanto più progrediscono le cognizioni nella fisiologia organica dei due regni viventi, si trova sempre maggiore analogia nelle loro funzioni, in genere non solamente, ma ben anco nei fatti particolari che a queste appartengono. E per quanto spetta all'argomento della presente Memoria, farò osservare che si può ritenere ormai dimostrato che anche negli animali, tutti i sali solubili vengono, in più o men grande quantità, assorbiti, e che le sostanze organiche assimilabili non sono in essi accettate in natura, ma vengono decomposte, ed alcuni loro principj soltanto sono poscia assorbiti. — Anche negli animali le sostanze inorganiche si potrebbero dividere in *essenziali* ed *accidentali*. Apparterrebbero alle prime, p. e., il carbonato, il fosfato, il fluato di calce, che sono i principali componenti delle ossa, il ferro necessario nel sangue, i varj sali che si trovano costantemente negli umori liquidi, ec. Spetterebbero alle seconde tutte le altre sostanze che, o come medicamento, o per qualunque causa accidentale, vengono nell'organismo introdotte, ma che ne sono poscia espulse per mezzo degli opportuni emuntorj.

Teoria delle rotazioni agrarie

I più antichi agricoltori dovettero ben presto accorgersi che una stessa specie di piante, ed anche specie solamente affini, coltivate per più anni di seguito nello stesso campo senza un conveniente ingrasso, dassero progressivamente

un prodotto minore. Per ovviare a tale inconveniente essi, che potevano disporre di considerevole estensione di terreno, si accontentarono di coltivare successivamente le medesime piante in diverse parti del loro podere. Ma questo metodo non poteva convenire, se non allorquando gli uomini erano poco numerosi. Perciò si mise in pratica in seguito il così detto *novale o maggese*, il quale consiste nel lasciare, ogni dato tempo, una parte di terreno completamente vacante per un anno, all'oggetto di renderla, con replicati lavori e colla distruzione delle cattive erbe, meglio atta alla vegetazione negli anni susseguenti. Ma per molte e buone ragioni, che qui non è d'uopo ripetere, anche questo metodo, massime considerato in grande, essendosi riconosciuto meno proficuo d'una ben regolata coltivazione non interrotta, è ormai presso che generalmente abbandonato, ed è adottato invece quello degli *avvicendamenti o rotazioni agrarie*.

Si è osservato che alcune piante dimagrano il terreno più di altre, che alcune altre, coltivate in opportuna maniera, lo migliorano, che alcune crescono meglio insieme od in seguito a certe altre, e che le successive coltivazioni sono sempre tanto più produttive quanto più sono di piante di generi o di famiglie differenti. Una lunga esperienza poi ha fatto conoscere quali piante convenga coltivare di seguito ed anche simultaneamente, a norma delle varie circostanze locali, per ottenere dal terreno il maggiore profitto, con dispendio possibilmente minore d'ingrassi. Così fu stabilito il sistema della rotazione agraria, per la quale una stessa pianta non ritorna sopra il medesimo spazio di terreno, se

non in capo ad un determinato numero d' anni e con una regola costante.

Ma la vera ragione dell'utilità dell'avvicendamento delle specie, benchè sia già stata sotto diversi punti di vista considerata, pure non venne ancora abbastanza chiarita; ed è questa appunto *la questione ancora irresoluta delle rotazioni agrarie*, di cui l'I. R. Istituto Lombardo domanda la soluzione.

Io esporrò tutte le ipotesi che furono prodotte su di tale argomento, farò conoscere il loro valore ed accennerò finalmente quella che sembrami la più ragionevole e che non è che una deduzione degli esperimenti e delle osservazioni sopra riportate.

I. Yvard credette utile l'avvicendamento, supponendo che le diverse specie traessero dal terreno diversa quantità di materia alimentare, e riputò quindi vantaggioso il far succedere alle piante che slanciano molto il suolo, quelle che lo spossano meno, quelle cioè che poco gli sottraggono ed anzi talvolta lo arricchiscono di sostanze nutritive. Così le cereali, per essere fornite di paglie a piccole foglie, assorbono quasi tutto il loro nutrimento dalla terra, e quindi lo spossano assai più che non le piante oleifere, i piselli, i legumi, i pomi di terra e gli altri vegetabili provveduti di molte foglie, e specialmente i trifogli e le mediche, perchè queste attraggono dall'atmosfera una grande quantità del loro nutrimento, ed anche perchè le loro radici, non che una porzione delle loro parti verdi, servono in seguito ad ingrassare il terreno (1).

(1) V. Moretti e Chrétien Elementi di agr. teorico-pratica 1838, pag. 110.

Boussingault (1), più recentemente, adottò la medesima opinione, e le diede maggior valore, avendo dimostrato con accurate esperienze e col calcolo, che alcune piante traggono realmente dall'atmosfera una porzione del loro nutrimento, molto maggiore di altre. Così egli ha sostenuto, p. e., che il trifoglio sottrae all'atmosfera una certa quantità d'azoto, mentre il frumento da essa non ne prende.

È questo certamente uno dei motivi della convenienza di certe piante nelle rotazioni. Ma se i felici resultamenti di queste dipendessero unicamente dall'avvicendare le specie, che in diversa copia si appropriano le sostanze alimentari contenute nel suolo, essi non dovrebbero aver luogo se non facendo succedere alle cereali le leguminose, per la cui vegetazione non si richiede gran copia della materia somministrata dal terreno. Ma spesso succede il contrario. Un terreno che non è più idoneo alla buona nutrizione dell'erba medica e del trifoglio, dà un abbondante prodotto seminandovi il lino e poscia il grano, piante che, giusta lo stabilito principio, dovrebbero trarre dalla terra una maggior quantità di materia alimentare, che non le altre due nominate. In un campo, che coltivato per tre anni a riso, avrebbe dato nell'ultimo un piccolissimo prodotto, se non fosse stato opportunamente concimato, si ottiene spesso un bellissimo frumento senza alcun ingrasso. Cresce lussureggiante il riso in un terreno che tenuto a prato non dava più che scarsissimo prodotto. Questi ed altri simili fatti si osservano tuttogiorno e massime nella Lombardia.

(1) Ann. des sc. nat., T. X 1838, e XI, 1839.

2 L'alternare la coltivazione di piante ricche di foglie, con quelle di altre che ne sono scarse, fu pure ritenuta una delle principali cause della convenienza degli avvicendamenti per quest'altra ragione, cioè, che le piante molto fogliate valgono colla loro ombra a soffocare ed a distruggere le male erbe che le altre lasciano moltiplicare. — Anche questo è realmente uno dei vantaggi delle piante molto ricche di foglie nella rotazione; ma il solo riflettere, che è spesso utile anche l'avvicendamento di piante che sono egualmente scarse di foglie, fa supporre l'esistenza di un altra ragione di molto maggiore momento, che noi in ora indicaìo (1)

3 Il vantaggio della successiva coltivazione di specie diverse si credette da Rozier dovuto alla diversa profondità per la quale le radici di differenti piante s'internano nel terreno. Le piante le cui radici approfondandosi poco traggono elemento dai primi strati della terra coltivabile, non ne stancherebbero, secondo questa teoria, che gli strati superficiali le altre, che internano di molto le loro radici, ne sposserebbero gli strati più profondi, e per tal modo le prime lavorerebbero il terreno atto alla vegetazione delle seconde e viceversa — Qui vi è errore poichè, aperta e rovesciata coi lavori la terra, lo strato più profondo di essa diventa il più superficiale, e perciò non si saprebbe spiegare perchè la stessa cereale, messa due volte di seguito in un campo, non dà nel secondo anno un prodotto eguale a quello che ha somministrato nel primo, quantunque occupi uno strato di terra nel quale non aveva l'anno antecedente

(1) V Moretti e Chiolini, op cit, pag 131

approfondate le radici. Se poi ad una pianta dotata di corte radici se ne facesse succedere un'altra fornita di radici lunghe, queste s'internerebbero nella porzione di terra già esausta dalla prima. Sappiamo finalmente che il riso vegeta benissimo in un campo dal quale si è tolto il lino, ma scorsi due o tre anni, se il terreno non viene concimato dà una tenuissima raccolta, e invece il frumento vi prospera senza ingrasso eppure in quanto alla lunghezza delle radici pochissima differenza vi ha tra queste piante (1).

4. Coltivando successivamente piante di diversa natura, ci fa perire una moltitudine d'insetti nocivi, perciocchè vivendo essi esclusivamente sopra un dato vegetabile, e depositando su di lui, o nel campo in cui vive, le loro uova, i nuovi insetti che da queste, nell'anno seguente, nascono non trovano il proprio alimento e periscono. — Benchè anche questo si possa ritenere uno dei buoni effetti della rotazione, non si può al certo credere il motivo principale del vantaggio di essa; poichè, concimando convenientemente il terreno, vi si possono per diversi anni successivi coltivare con esito felice le medesime piante.

5. La teoria delle rotazioni che ha maggior numero di fautori è quella di De Candolle (2). Essa è adottata anche da Liebig, il più recente scrittore di fisiologia vegetabile applicata all'agricoltura, e perciò credo di doverne istituire un minuto esame.

De Candolle ha ammesso con Brugmans, Plenk, Humboldt e Macaire che le radici secernano e depongano nel terreno

(1) V. Elem. d'agr. teorico-pratica cit., pag. 433 a 440.
(2) Phys. végét. Vol. III.

delle particolari materie, che considera come escrementizie e ritiene che non possano mai divenire alimento per le specie che le hanno prodotte, per le quali anzi le dichiara sommamente nocive, qualora ne vengano assorbite, e crede per contrario le stesse materie atte a nutrire una specie diversa. Questo egli reputa essere il motivo per cui una stessa sorta di piante non può venir bene due o tre anni di seguito nello stesso terreno, mentre vi prospereranno specie differenti.

Io esaminerò quest opinione, riducendola in due seguenti punti. *A.* Le escrezioni delle radici costituiscono elleno un fatto assolutamente dimostrato? *B.* Ammessane l'esistenza, le induzioni che ne trasse De Candolle sono esse legittime?

A. Brugmans avendo messo una pianta di *viola arvensis* nella sabbia pura, contenuta in un vaso trasparente, ha veduto nella notte, stillare delle goccioline di liquido dall'estremità delle sue radici. In seguito furono da altri osservati dei piccoli grumi attaccati alle radici di varie euforbie e cicoriacee, della *scabiosa arvensis*, dell'*inula helenium* e di altre piante, e si credettero materie escrete dalle loro radici. Più tardi Macaire fece molti esperimenti dai quali ha conchiuso che tutte le specie vegetabili secernono, per mezzo delle loro radici, delle materie e ciascuna particolari. E a questi esperimenti, specialmente, che De Candolle ha appoggiata la sua teoria. Ma essi furono da altri ripetuti e diedero diverso risultato, e Walser (1) principalmente, in una Memoria che fu premiata dalla Società medica di Tubinga

(1) Ann. des sc. nat., série II. Tom. 14, 1840

fece conoscere quanto poco essi debbano valutarsi. Oltre di ciò, parmi che il metodo stesso con cui furono istituiti dimostri il poco loro valore, perchè Macaire ha adoperato piante estratte dalla terra, e che perciò vi ha tutta ragione di supporre che non avessero le radici intatte, e quindi parmi più probabile il credere che le materie trovate nell'acqua, ove le ha tenute immerse, fossero gradatamente sugli sucti dalle radici tronche, od in qualunque modo offese, che non una secrezione delle sane. Avvalora questo mio sospetto l'osservazione che le sostanze da Macaire e dagli altri sopra nominati, giudicate escrementizie, sono le stesse che si ottengono coll'macerazione coll'accrescimento della radici, dalle quali provengono. Il seguente esperimento poi viemmeglio mi confermò in quest'opinione.

Ho messo della sabbia granitica pura in due imbuti di vetro e vi ho seminato delle zucche, delle fave e dei fagiuoli. Ben presto queste piante nacquero, e vegetarono benissimo per due mesi. Attraverso alle pareti degl'imbuti si vedevano le punte intatte delle radici a continuare; ed io le ho esaminate più volte di giorno e di notte, tralasciando anche prima appositamente, per qualche giorno, di adacquarle, ma non mi venne mai fatto di trovare alcuna gocciolina attaccata alle radici che stavano negli interstizi, che i frammenti più grossi della sabbia lasciavano fra loro, nè più umida la sabbia che era a contatto delle altre. Finalmente ho reciso l'apice di qualcuna e, ripetendo in seguito l'osservazione ho scorto allora qualche volta la sabbia, che era vicina alla parte offesa, alquanto inumidita. Spero di potere con altro mio lavoro, dimostrare assolutamente

che gli escrementi radicali non sono che una chimera. Il poco che per ora ho detto a loro riguardo basta a far conoscere quanto debole sia il fondamento della teoria di De Candolle.

B Ma supponiamo pure che le radici secernano e che le loro secrezioni sia costituita dalla porzione di materia rifiutata dall'organismo delle piante nell'atto della nutrizione. Io domando ora, perchè le radici, organo destinato, secondo De Candolle, all'assorbimento di tutte indistintamente le sostanze disciolte nell'acqua, non debbano riassorbire le loro materie escrementizie. Se mi si rispondesse che ciò non avviene in grazia del continuo allungamento delle loro fibrille, risponderei che le radici più brevi verrebbero sempre a contatto degli escrementi delle più lunghe, e che non mai potrebbe aver luogo coltivazione in grande di nessuna specie, poichè, molti individui crescenti accanto gli uni agli altri in modo di avere le loro radici reciprocamente intrecciate, dovrebbero immancabilmente assorbire gli escrementi dei loro vicini.

Consideriamo ora gli effetti possibili delle sostanze escrementizie sulle future vegetazioni. Queste sostanze saranno o di natura organica, o di natura minerale, o mista. Se di natura organica, dal momento che abbandonano l'organismo vegetabile, sono sottomesse alle leggi della pura chimica e devono subire la decomposizione propria delle sostanze organiche. Essendo fuor di ragione il credere che queste materie, esposte all'azione dell'aria, dell'acqua, della terra, possano restare inconcusse per uno o più anni, esse venendo decomposte, non potrebbero esercitare altra influenza sulle

futura vegetazione, che quella di un ingrasso. — Se poi queste materie sono di natura minerale, essendo ormai abbastanza dimostrato che le sostanze di tal natura non sono generate dalle piante, ma prese dalla terra, le materie minerali, rese ad essa sotto forma di escremento, sarebbero della medesima ch'essa conteneva prima, e quindi le coltivazioni non sarebbero che rendervi predominanti alcune sostanze, piuttosto che altre.

La teoria di De Candolle finalmente è affatto abbattuta dai seguenti fatti. Esistono delle risaie che da sessanta e più anni non furono mai interrotte. Ingrassate tutti gli anni e lasciatevi marcire le stoppie e depositare la melma dell'acqua stagnante su di esse durante l'inverno, continuano a dare abbondante prodotto. — In certi terreni da lunghissimo tempo si coltiva ogni anno o la segale, o il mais, o la canapa, o le patate, o qualche legume: e l'antichissima esistenza dei prati stabili e delle marcite, specialmente nella Lombardia, è un fatto da tutti conosciuto. In tutti questi casi la medesima o le medesime specie vengono nuovamente ogni anno nello stesso luogo, con ottimo evento, qualora ogni anno il terreno venga opportunamente concimato (1)

Questi fatti essendo incontrastabili, volendo sostenere l'esistenza e la supposta azione degli escrementi radicali, o bisognerebbe ammettere che tali materie non sono assorbite, od allora risulterebbe che le radici hanno la facoltà di rifiu-

(1) V. Guida allo studio della fis. veget. e della bot. di G. Moretti, pag. 44

tarie, oppure che, essendo assorbite, non recano alcun danno al vegetabili che se le appropriano, conseguenze ambedue affatto contrarie all'opinione di De Candolle. Io potrei aggiungere altre considerazioni tendenti ad abbattere viepppiù questa teoria, ma credo di averne detto abbastanza per far conoscere quanto valga, ed è certamente da maravigliare che essa sia tuttora assennamente adottata da tanti chiari ingegni, fra i quali l'illustre alchimico di Giessen.

6. La più antica e più ovvia spiegazione dei fatti concernenti le rotazioni agrarie, è quella che, attribuendo alle diverse piante la facoltà di assorbire dalla terra certe materie piuttosto che altre, stabilisce che la coltivazione di una specie impoverisce il terreno di certi principj ad essa necessarj, lasciandolo ricco di altri che convengono alla nutrizione di piante diverse. — Si aggiunga che la diversa struttura organica ed il diverso grado di energia della forza vitale delle radici, nei differenti generi di piante, sembrano anche dover così adoperare, che, mentre una specie non è più capace di scomporre e convertire in linfa nutritiva alcuni residui di materie alimentari, contenuti ancora nel terreno, ciò possa essere effettuato da una specie di altro genere. — È poi anche provato che si richiede un tempo più o meno lungo perchè alcune sostanze, specialmente minerali, siano nel terreno ridotte a quel determinato grado di scomposizione, che è necessario perchè siano atte ad essere assorbite dai vegetabili che ne abbisognano, e perciò è chiaro che questi tornando troppo spesso sullo stesso campo non potrebbero trovarvi gran copia di tali sostanze nello stato loro più opportuno.

Ma questa teoria, quantunque *a priori* fosse la più ragionevole, aveva contraria l'opinione da moltissimi abbracciata, che le radici fossero da considerarsi come uno staccio inorganico, o come una spugna in cui penetra egualmente qualunque sostanza disciolta nell'acqua, e non aveva l'appoggio di fatti abbastanza dimostrati. Ma poichè i risultati delle esperienze sopra riferite hanno fatto conoscere l'erroneità di quell'opinione, ed hanno invece manifestato che le radici hanno la facoltà di assorbire più o meno delle diverse sostanze minerali, secondo che più o meno convengono alla loro natura, e da decomporre le sostanze organiche, traendo probabilmente da esse i principj più necessarj alla loro nutrizione, e poichè ho addotto una numerosa serie di fatti fisiologici ed agronomici che concorrono alla dimostrazione della stessa verità, parmi che ormai la suesposta teoria si possa a buon diritto ritenere come la più soddisfacente.

Con essa si dà facilmente ragione del vantaggio di coltivare successivamente piante di genere e di famiglie differenti, perchè è fuori di dubbio che i vegetabili spettanti ad uno stesso genere e, fino ad un certo punto, anche quelli solo appartenenti ad una medesima famiglia, contengono analoghe sostanze, le quali sono costituite, per gran parte, dagli stessi principj tratti dal terreno.

Perchè un terreno sia favorevole ad una pianta fa d'uopo che questa vi trovi tutti i principj necessarj al proprio sviluppo, i quali non può avere dall'atmosfera, e che essi sono in quantità sufficiente e nello stato opportuno all'assimilazione. Tutte le piante coltivate contengono e traggono

dalla terra diverse qualità di sali ma alcune si appropriano a preferenza il fosfato di calce, altre il silicato di potassa, altre il fosfato ammoniaco-magnesiano, altre il cloruro di potassio, altre il solfato di calce, altre il sal marino, altre il carbonato di calce, altre il nitrato di potassa, altre il fosfato di magnesia, ec. ec. — Se si coltivano pertanto successivamente, in uno stesso campo, differenti piante, la prima delle quali non toglie alla terra le sostanze saline necessarie alla seconda e così di seguito, questo campo, sotto tale rapporto riescirà opportuno alla successiva vegetazione di molte piante. Se, p. e., la prima pianta è frumento, che consuma una grandissima quantità di silicato di potassa, e le piante susseguenti sono leguminose, crocifere, solanacee, ec., che tolgono al terreno poco o nulla di questa sostanza, si potrà dopo due o tre anni coltivarvi di nuovo una cereale, perciocchè durante la rotazione il terreno ha avuto tempo di scomporsi convenientemente e di divenir atto a ceder loro il silicato di potassa, che le piante di diversa famiglia, antecedentemente coltivate, vi hanno lasciato accumulare.

Ciò che si è detto delle sostanze minerali potrebbe, fino ad un certo punto, ripetersi anche per le sostanze provenienti dalla natura organizzata.

Quando la chimica sarà giunta a determinare esattamente quali sono tutti i principj necessarj alla costituzione del mosto organico delle singole piante coltivate, in quali proporzioni vi si trovino e quali di essi provengano dall'atmosfera, quali dal terreno, non sarà difficile lo spiegare anche perchè date specie crescano bene dopo certe altre e perchè sia utile un tale, piuttosto che un altro avvicendamento. Si

potrà fors anco, colla sola scorta di tali chimiche conoscenze scoprire la convenienza fisiologica di altre successioni di specie, che l'esperienza non ha ancora fatto conoscere. Ma l'agricoltura da questi soli dati non potrà certamente trarre notevole vantaggio se non saranno coordinati con tutte le circostanze di luogo, di tempo, di commercio, che stabiliscono l'utilità di una coltivazione piuttosto che di un altra, perchè non si potrà mai dir buona una maniera di rotazione solo perchè le piante che vi si succedono vegetano rigogliose, ma tale si dirà quella, nella quale le piante più utili si possono più spesso e con maggior profitto coltivare.

Accontentiamoci per ora di conoscere la ragione fondamentale dell'utilità dell'avvicendamento, e sopratutto che la Lombardia possa già vantarsi, in quanto alle rotazioni non solo maestra a molti altri paesi, ma fors'anche non lontana dal maggior grado di perfezione a cui possa sperare da essere condotta.

FINE.